

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

MALANNA KAUANNE GOMES DO NASCIMENTO

Viabilidade Tecnológica para o enriquecimento de polpas de frutas
tropicais com fontes de ferro e de ômega-3

JOÃO PESSOA – PB

2015

MALANNA KAUANNE GOMES DO NASCIMENTO

Viabilidade Tecnológica para o enriquecimento de polpas de frutas
tropicais com fontes de ferro e de ômega-3

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Departamento de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba, como requerimento obrigatório à obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Luiza Mattos Braga

JOÃO PESSOA – PB

2015

N244v Nascimento, Malanna Kauanne Gomes do.

Viabilidade tecnológica para enriquecimento de polpas de frutas tropicais com fontes de ferro e de ômega 3. [recurso eletrônico] / Malanna Kauanne Gomes do Nascimento. – 2015.

111 p. : il. color. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Dra. Ana Luíza Mattos Braga.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia de Alimentos) – CTDR/UFPB.

1. Suco de fruta enriquecido. 2. Nutrição gestante. 3. Microencapsulação. 4. Micronutriente. 5. Ômega 3. I. Braga, Ana Luíza Mattos. II. Título.

CDU: 663.81:613.292

MALANNA KAUANNE GOMES DO NASCIMENTO

Viabilidade Tecnológica para o enriquecimento de polpas de frutas
tropicais com fontes de ferro e de ômega-3

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Departamento de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório à obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Aprovado pela banca examinadora em: 13/03/16

BANCA EXAMINADORA



Profa Dra. Ana Luiza Mattos Braga

Orientadora



Profa Dra. Graciele da Silva Campelo Borges

Examinadora



Profa Dra. Ângela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

Examinadora

A Deus que me sustenta e me dá força.
Ao meu pai, que sacrificou-se arduamente para me proporcionar uma boa educação, que sempre
me incentivou e dedicou-se a me amar.
A minha mãe que abdicou de muitos dos seus sonhos para que hoje eu pudesse realizar os meus.
Que sempre me apoiou e me mostrou o caminho certo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda sua misericórdia e bondade. Por me conceder a vida e nunca me abandonar.

Agradeço ao meu Pai que sacrificou sua vida para me oferecer uma vida confortável e cheia carinho, que me proporcionou um lar afetoso, e me deu todo o seu amor e atenção. Que me ensinou a trilhar no bom caminho através de seus sábios ensinamentos.

Agradeço a minha mãe, que após o falecimento do meu pai, mostrou-se ser uma mulher guerreira e batalhadora e que mesmo com todos os empecilhos soube criar sozinha suas filhas. Agradeço por todos os puxões de orelha, por toda dedicação e amor

Agradeço às minha irmãs Mayanna, Stella, Stefanne e Victória, por todos os momentos de alegria que passamos juntas. Mesmo distantes sempre se fizeram presentes em minha vida.

Agradeço aos meus avós Luiz e Luzinete por nunca terem desistido de mim. Por todas as orações, por cada lágrima de saudade que foi derramada. Vocês são essenciais em minha vida.

Agradeço aos meu tios Geraldo, Conceição, Célio e Luziana, pelo orgulho que vocês têm de mim, isso me fez ter força para querer continuar essa jornada. Por suprirem toda a falta que sinto do meu pai, com todo o amor que recebo de vocês. Pelo apoio, pelos momentos de felicidade, por todas as risadas e momentos que temos juntos.

Agradeço a minha Orientadora Ana Braga, que acreditou em mim e acreditou quando eu mesma não acreditava. Obrigada pela atenção, por todas as broncas e por sempre exigir o meu melhor. Por me proporcionar conhecer pessoas incríveis que levarei para o resto da minha vida.

Agradeço aos meus colegas de curso Ytalo Soares, Jussara Santana, Wesley Sucupira, Albert Einstein, Kilma Felícia, George Gerson, Liana Santos, Sophia Loren, por todos os momentos que passamos juntos, pelos sufocos, pelas gargalhadas, por todas as alegrias e tristeza que compartilhamos.

Agradeço aos amigos de artigos, que foram muito importantes nesta caminhada, pela companhia, pela lealdade, pelo auxílio, em especial: Vandilson Galdino, Jéssica Ferreira, Ruthchelly Tavares, os terei sempre comigo.

Agradeço em especial às amigas Jussara Santos e Isis Tamyres, que não foram só companheiras

de universidade em todos esses anos, mas sim amigas que me socorreram nos momentos em que mais precisei de ajuda, estímulos e força. Obrigada por disponibilizarem o tempo de vocês para colaborar em minha formação profissional.

Aos amigos que Deus me enviou para me ensinar o significado das palavras irmandade, lealdade, amor e amizade, que me fizeram companhia nos momentos tristes, que me acompanharam desde minha chegada à João Pessoa, à vocês Giselli Vieira, Demetrio Nunes, muito obrigada pela amizade e por me proporcionarem as melhores manifestações de afetividade, por terem se dedicado ao cuidar de mim, assim que perdi meu pai.

Agradeço aos técnicos dos laboratórios Claudia Gouveia, Erivelto, João Bosco, Gisleania, Aline Gouveia, Aline Souza, por toda a ajuda e paciência e amizade.

À Dona Cristina, por seu carinho e atenção, por todos os copinhos, para realização da análise sensorial. Ao Ricardo Serrano, por ser tão eficiente em seu ofício.

Aos alunos que participaram do meu painel treinado, que disponibilizaram tempo e boa vontade para a realização das análises: Jonildo Casado, Tiago Monteiro, Alerson Souza, Béria, Lucas Lima, Luanna Carolina, Leticia Bacelar, Bruna Melo, Wendell Ferreira e Jédilla Stanley

Aos professores do CTDR por toda paciência, orientação, apoio e compreensão que tiveram cominho no decorrer do curso, que me proporcionaram não apenas conhecimento, mas também como ser um profissional de caráter e ética, durante nossa formação, por terem nos guiado no caminho do aprendizado. Agradeço em especial ao professor Ismael Rockenbach por sua amizade, companheirismo e por acreditar fielmente em mim.

A Coordenadora do curso de Tecnologia de Alimentos a Professora Fernanda Vanessa, que dedica-se a este curso com todo seu amor, que além ser uma profissional extraordinária, me fez entender o quão maravilhoso é o curso.

A esta universidade, seu corpo docente, os técnicos de laboratório, a direção e administração que me deram a oportunidade em seguir uma jornada tortuosa, mas muito gratificante.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada

...e nos gloriamos na esperança da Gloria de Deus. Não só isso, mas também nos gloriamos nas tribulações, porque sabemos que a tribulação produz perseverança; e a perseverança, um caráter aprovado; e o caráter aprovado, esperança; e a esperança não nos decepciona, porque Deus derramou seu amor em nossos corações, por meio do Espírito Santo que Ele nos concedeu."
Romanos 5: 2-5

ABSTRACT

Food consumption in Brazil consists mainly of high-energy and nutrient-poor foods, which can lead to a chronic deficit of nutrients and a higher risk of diseases such as obesity and many other non-communicable chronic conditions. Ideally, the Brazilians should promote a change in their eating habits and their lifestyle, but children and pregnant women with nutritional deficiencies, in particular, cannot wait decades for these corrections. An effective strategy to fight these deficiencies is the fortification of habitually consumed food with micronutrients; this action provides a direct addition of multiple powdered nutrients to ready-for-consumption foods, which has shown high efficiency and effectiveness, recently even recognized by the World Health Organization. Thus, the objective of this study was to evaluate the technological feasibility of enriching tropical fruit pulps with sources of iron and omega-3 (DHA + EPA) in sufficient dosages to achieve at least 50% of the RDA of these nutrients for pregnant women, when a fruit juice cup (300 mL) is consumed. The acerola and mangaba juices masked almost completely the taste of iron. On the other hand, the soursop juice was more susceptible to reactions with iron, resulting in juice flavor and color variations with the increasing concentration of this micronutrient. For the soursop sample it was tested the enrichment with iron microparticles covered with fat, however the results showed no improvement over the addition of unencapsulated salts. For the samples enriched with omega-3-rich fish oil, sensory evaluations showed effectiveness of the mangaba and umbu-caja pulps in masking the fish flavor. The calorimetric analysis showed that the fruit pulps could slow the oxidation process of fish oil in the following order: Mangaba > Umbu-caja > Acerola. This work demonstrated that it is technologically feasible enrich acerola and mangaba pulps with high bioavailability iron salts such as ferrous sulfate and ferrous fumarate, in dosages that provide 100% of the daily needs of pregnant women recommended by the Ministry of Health, when a fruit juice cup is consumed. It is also technologically feasible enrich the mangaba and umbu-caja pulps with fish oil microencapsulated by spray-dryer at a dosage of 30 mg DHA + EPA / 100 g juice, which provides 50% of the dosage recommended by the World Health Organization for day for pregnant women.

Keywords: microencapsulation, enrichment, iron, omega-3

RESUMO

O consumo de alimentos no Brasil consiste principalmente em alimentos com alto teor de energia e baixo teor de nutrientes, o que pode levar a um déficit crônico de nutrientes e a um maior risco de doenças como a obesidade e muitas outras enfermidades crônicas não transmissíveis. O ideal seria que os brasileiros mudassem os seus hábitos alimentares e o seu estilo de vida, porém crianças e gestantes com deficiências nutricionais, em particular, não podem esperar décadas para essas correções. Uma estratégia eficaz para combater estas deficiências é a fortificação de alimentos de consumo habitual com micronutrientes, essa ação prevê a adição direta de múltiplos nutrientes em pó aos alimentos já prontos para o consumo e tem se mostrado bastante eficaz e efetiva, sendo inclusive reconhecida pela Organização Mundial da Saúde. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade tecnológica de enriquecer polpas de frutas tropicais com fontes de ferro e de ômega-3 (DHA+EPA) em dosagens suficiente para atingir ao menos 50 % da recomendação diária destes nutrientes para gestantes, quando um copo de suco de fruta (300 mL) for consumido. Os sucos de acerola e mangaba mascaram bem o sabor do ferro. Por outro lado, o suco de graviola foi o mais susceptível às reações com o ferro, resultando em variações no sabor e cor do suco com o aumento da concentração deste micronutriente. Para este suco testou-se o enriquecimento com micropartículas de ferro cobertas com gordura, no entanto os resultados não apresentaram melhora em relação a adição dos sais não encapsulados. Para as polpas enriquecidas com óleo de peixe rico em ômega-3, sensorialmente as polpas de mangaba e umbu-cajá foram eficazes ao mascarar o sabor e aroma de peixe. As análises calorimétricas demonstraram que as polpas de frutas podem retardar o processo de oxidação do óleo de peixe na seguinte ordem: Mangaba > Umbu-cajá > Acerola. Assim, este trabalho demonstrou que é viável tecnologicamente enriquecer polpas de acerola e mangaba com sais de ferro que apresentem alta biodisponibilidade, como sulfato ferroso e fumarato ferroso, em dosagens que proporcionem 100% das necessidades diárias de gestantes recomendadas pelo Ministério da Saúde, quando um copo de suco de fruta for consumido. Também é viável tecnologicamente enriquecer as polpas de mangaba e umbu-cajá com óleo de peixe microencapsulado por spray-dryer em uma dosagem de 30 mg DHA+EPA/100 g suco, a qual oferece 50% da dosagem recomendada pela Organização Mundial de Saúde por dia para gestantes.

Palavras chave: microencapsulação, enriquecimento, ferro, ômega-3.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de produção de polpa de frutas.....	23
Figura 2. Estados brasileiros de maior produção de mangaba.	28
Figura 3. (A) Árvore umbu-cajazeira; (B) Fruto umbu-cajá.....	29
Figura 4. Reação de formação do triacilglicerol	40
Figura 5. Mecanismo da reação de autooxidação	43
Figura 6. Espaço de cor CIELAB.....	49
Figura 7. Amostras codificadas de suco de mangaba com ferro que foram servidas aos julgadores para a análise visual, em ordem crescente de concentração da esquerda para a direita. A) Sulfato Ferroso; B) Fumarato Ferroso	58
Figura 8. Amostras codificadas de suco de graviola com ferro que foram servidas aos julgadores para a análise visual, em ordem crescente de concentração da esquerda para a direita. A) Sulfato Ferroso; B) Fumarato Ferroso	59
Figura 9. Valores dos parâmetros de cor H e C* do suco de mangaba enriquecido com ferro. A) Sulfato ferroso; B) Fumarato ferroso.....	63
Figura 10. Valores dos parâmetros de cor a*, b*, H e C* do suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso. A) a*, b*; B) H, C*.	64
Figura 11. Valores dos parâmetros de cor do suco de graviola enriquecido com fumarato ferroso. A) a*, b*; B) H, C*.	64
Figura 12. Valores dos parâmetros de Delta E e Delta H, do suco de graviola enriquecido com ferro. A e B) Sulfato ferroso; C e D) fumarato ferroso.	66
Figura 13. Curva PDSC dinâmica de temperatura de oxidação do óleo de peixe na polpa de mangaba.....	79
Figura 14. Curva PDSC isotérmica de óleo de peixe microencapsulado (ingrediente em pó).....	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Tabela nutricional da acerola.....	25
Tabela 2. Áreas cultivadas com acerola nos estados brasileiros	26
Tabela 3. Composição nutricional da graviola.....	30
Tabela 4. Padrão de identidade e qualidade determinados pelo MAPA para polpas de fruta.....	31
Tabela 5. Teores de ferro, biodisponibilidade e solubilidade nos principais fortificantes.....	38
Tabela 6. Porcentagem de ferro contido em 100g de pó usado para enriquecer as polpas	52
Tabela 7. Média e desvio padrão dos provadores selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de graviola.....	56
Tabela 8. Nota dos provadores não selecionados no teste sensorial de sabor metálico.....	56
Tabela 9. Média e desvio padrão dos provadores selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de mangaba.....	56
Tabela 10. Média e desvio padrão dos provadores não selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de mangaba	57
Tabela 11. Média e desvio padrão dos provadores selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de acerola	57
Tabela 12. Média e desvio padrão dos provadores não selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de acerola.....	58
Tabela 13. Notas de corte da intensidade de cor por grupo de amostras no teste visual do suco de graviola enriquecido com fumarato ferroso.	60
Tabela 14. : Notas de corte da intensidade de cor por grupo de amostras no teste visual do suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso.	61
Tabela 15. Análises físico-químicas realizadas nas polpas graviola, mangaba e acerola.....	62
Tabela 16. Parâmetros de identidade e qualidade realizadas nas polpas graviola, mangaba e acerola.	67
Tabela 17. : Notas dos provadores para o atributo aroma de peixe.....	73
Tabela 18. Notas e provadores para o atributo sabor de peixe.....	74
Tabela 19. Teste de repetibilidade com solução de ômega-3 para o atributo aroma peixe.....	75
Tabela 20. Teste de repetibilidade com solução de ômega-3 para o atributo sabor peixe	76
Tabela 21. Teste com os produtos do atributo aroma de peixe	77
Tabela 22. Teste com os produtos do atributo sabor de peixe.....	77
Tabela 23. Análises físico químicas realizadas nas polpas de frutas.....	78
Tabela 24. Temperatura de oxidação e tempo de indução oxidação a 160 °C de micropartículas de óleo de peixe puro ou incorporado em polpas de frutas.....	79

Sumário

1 – INTRODUÇÃO GERAL	16
1.1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2 OBJETIVO GERAL.....	20
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Polpa de frutas.....	22
2.1.1 Acerola:	24
2.1.2 Mangaba	27
2.1.3 Umbu-cajá.....	28
2.1.4 Graviola	29
2.2 FORTIFICAÇÃO E ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS COM NUTRIENTES.....	32
2.2.1 FERRO	33
2.2.2 ÁCIDOS GRAXOS POLINSATURADOS	36
2.3 NUTRIENTES	37
2.3.1 FERRO	37
2.3.2 ÓLEOS NUTRICIONAIS	39
2.3.2.1 REAÇÕES HIDROLÍTICAS:.....	40
2.3.2.2 OXIDAÇÃO ENZIMÁTICA:	41
2.3.2.3 FOTOXIDAÇÃO	41
2.3.2.4 AUTOXIDAÇÃO.....	42
2.4 ENCAPSULAÇÃO	44
2.5 ANÁLISE SENSORIAL	47
2.6 ANÁLISE COLORIMÉTRICA	49
CAPÍTULO I: ENRIQUECIMENTO DE POLPA DE FRUTA TROPICAIS COM FERRO	51
3.1 Objetivos.....	52
3.2 Materiais e métodos.....	52
3.2.1 Materiais.....	52
3.2.1.1 Preparo do suco.....	52
3.3 Metodologia	53
3.3.1 Análises físico-químicas	53
3.3.2 Análise Colorimétrica.....	53
3.3.3 Análise sensorial	54
3.3.3.1 Sabor metálico	54

3.3.3.2 Cor do suco.....	55
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa	55
3.4.2 . Análises Físico-químicas das Polpas de Acerola, Mangaba e Graviola	62
3.4.3 . Análise Instrumental de Cor	63
3.5 Conclusão	67
CAPÍTULO II: EFEITO DE DIFERENTES POLPAS DE FRUTAS TROPICAIS SOBRE A OXIDAÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE MICROENCAPSULADO	69
4.0 Objetivos.....	70
4.1 Materiais e métodos.....	70
4.1.1 Material:	70
4.1.2 Análises físico-químicas	70
4.1.3 Estabilidade oxidativa.....	70
4.1.4 Análise sensorial	70
4.1.4.1 Capacitação da equipe	71
4.1.4.2 Validação de equipe	71
4.1.4.3 Avaliação do produto	72
4.5 Resultados E Discussão.....	73
4.5.1 Análise sensorial	73
4.5.2 Análises físico-químicas	78
4.5.3 Análise Instrumental de oxidação do óleo nutricional.....	78
4.6 Conclusão para o ômega	81
5.0 CONCLUSÕES GERAIS	82
5.1 Conclusão:	82
5.2 Sugestões para trabalhos futuros:.....	83
REFERÊNCIAS	84
ANEXO A	94
ANEXO B	96
ANEXO C	97
ANEXO D	98
ANEXO E.....	100
ANEXO F.....	102
ANEXO G	103
ANEXO H.....	105
ANEXO I.....	106
ANEXO J.....	107

ANEXO K 108

ANEXO L..... 109

ANEXO M..... 110

ANEXO N 111

1 – INTRODUÇÃO GERAL

1.1 INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos no Brasil consiste principalmente em alimentos com alto teor de energia e baixo teor de nutrientes, o que pode levar a um déficit crônico de nutrientes e a um maior risco de doenças crônicas não transmissíveis, como a obesidade (IBGE, 2010). De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no período de 2008-2009, mais de 90% da população não alcança o consumo recomendado pela Organização Mundial da Saúde de frutas e verduras, assim como o leite, o qual seu consumo é muito inferior ao recomendado, e esse erro alimentar se traduz em uma alta prevalência de ingestão inadequada e deficiências de vitaminas e cálcio. Por outro lado, foi relatado um consumo excessivo de açúcar (61%), sódio (70%) e gordura saturada (82%) pela população, além do baixo consumo de fibras (68%). Entre os grupos de alimentos estudados, o biscoito recheado se destacou como o alimento pouco saudável mais consumido, seguido de refrigerantes, doces, pizzas e salgadinhos (BRASIL, 2013).

Segundo o mesmo estudo, a prevalência de ingestão insuficiente de micronutrientes foi alta em todas as principais regiões do país e refletem a baixa qualidade da dieta brasileira. Considerando-se o ferro, as principais consequências de sua deficiência são o comprometimento do sistema imune, com aumento da predisposição a infecções; aumento do risco de doenças e mortalidade perinatal para mães e recém-nascidos; aumento da mortalidade materna e infantil; redução da função cognitiva, do crescimento e desenvolvimento neuropsico motor de crianças com repercussões em outros ciclos vitais; diminuição da capacidade de aprendizagem em crianças escolares e menor produtividade em adultos (BRASIL, 2013).

Ainda que o consumo excessivo de óleos e gorduras tragam malefícios à saúde, os lipídios têm papel importante na alimentação: fornecem energia em alta densidade e ácidos graxos essenciais, os quais são fundamentais na alimentação mas não podem ser produzidos pelo organismo; e são veículos de vitaminas lipossolúveis e antioxidantes (PHILIPPI, 2008).

Algumas das principais funções dos ácidos graxos são o depósito de energia e a conformação das membranas celulares. Além disso, os óleos vegetais contêm pequenas quantidades de esteróis, tocoferóis, tocotrienóis, compostos fenólicos, pigmentos (carotenoides e clorofilas) e metais de transição como ferro e cobre (CHAIYASIT, 2007). O equilíbrio entre os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 é essencial para a saúde humana e pode prevenir e/ou fazer parte do tratamento de várias enfermidades, como a hipertensão arterial, o diabetes, o infarto do miocárdio, a osteoporose, doenças inflamatórias e autoimunes, certos tipos de câncer, saúde mental, depressão pós-parto, a

pré-eclâmpsia e o parto prematuro. Aumentar o consumo de EPA e DHA (peixes) diminui a produção de agentes pró-inflamatórios (leucotrieno B4 e prostaglandina E2), de um vasoconstrictor (tromboxano A2) e de um agente indutor da quimiotaxia e da adesão dos leucócitos (TU et al, 2010).

Correções na alimentação poderiam alcançar as recomendações dietéticas para a maioria dos micronutrientes. Estas modificações incluem trocar os alimentos ricos em calorias e com baixo teor de nutrientes por frutas, verduras, legumes, sucos de frutas, leite, cereais integrais, frutas secas, carnes e peixes (IBGE, 2010).

Sabe-se que o ideal seria que os brasileiros mudassem os seus hábitos alimentares e o seu estilo de vida, como se propõe acima, mas também sabe-se que qualquer mudança na cultura alimentar de uma população, por menor que seja, é muito difícil de ser alcançada em um curto prazo, podendo levar décadas para atingir algumas metas. Crianças e gestantes com deficiências nutricionais, em particular, não podem esperar décadas para essas correções.

Uma estratégia eficaz para combater estas deficiências é a fortificação de alimentos de consumo habitual com micronutrientes (LOFTI et al, 1996). Recentemente, tem-se proposto a utilização de múltiplos micronutrientes para a prevenção da anemia – ação conhecida como fortificação dos alimentos preparados para as crianças com micronutrientes em pó. Essa ação prevê a adição direta de múltiplos nutrientes em pó aos alimentos já prontos para o consumo e tem se mostrado bastante eficaz e efetiva, sendo inclusive reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (ENGLE et al., 2007; BHUTTA et. al., 2008; DEWEY, 2009; WHO, 2011).

Considerando-se como público alvo mulheres gestantes, estas apresentam necessidade diária de suplementação de ferro de 40 mg / dia de ferro elementar até o terceiro mês pós-parto (BRASIL, 2013). Por outro lado, a recomendação da Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (2010) é um consumo de DHA e EPA entre 200 - 300 mg /dia para mulheres gestantes e amamentando.

Nos programas de fortificação da América Latina três sub-categorias podem ser observadas: fortificação obrigatória, fortificação para um público alvo e fortificação voluntária. A fortificação alvo ocorre quando micronutrientes são adicionados a produtos específicos para determinados grupos populacionais, como crianças e gestantes. Pesquisas recentes de mercado apontam que polpas de frutas regionais/tropicais podem ser um bom veículo para a fortificação de nutrientes para o público de gestantes. Em estudo de mercado realizado por Garcia e colaboradores (2008), os resultados mostram que os consumidores de polpa de frutas possuem faixa etária em média de 28 a

37 anos e apresentam suas famílias composta de 1 a 3 pessoas.

A produção anual brasileira de frutas é de aproximadamente 39 milhões de toneladas, correspondendo a 7,2% da produção mundial de frutas, com valor bruto entre U\$\$ 5,4 bilhões e U\$\$ 5,8 bilhões, ou seja cerca de 13% do valor da produção agrícola brasileira, sendo essa produção destinada prioritariamente a suprir o mercado interno. Essas cifras, comparadas com as de outros setores do agronegócio, dão uma ideia do volume e da importância da fruticultura no Brasil (FERNANDES, 2006). Esse rápido desenvolvimento do setor no Brasil impulsionou atividades ligadas à produção de frutas, a produção de produtos processados derivados de frutas, com destaque as polpas de frutas congeladas.

Devido a grande carência no consumo de ferro, ao potencial benéfico dos óleos nutricionais e as grandes evidências científicas que fortalecem dos benefícios para a saúde, a indústria de alimentos tem demonstrado grande interesse em aplicá-los em seus produtos. Entretanto estes nutrientes apresentam grande propensão à reações químicas, que geram rancidez, odores desagradáveis e variações na cor do produto que diminuem a sua vida de prateleira. Sendo assim, há grandes dificuldades tecnológicas para a formulação de alimentos enriquecidos com óleos nutricionais e ferro. Diante do exposto, tecnologias de encapsulação tem sido uma alternativa de proteger o composto bioativo, contra a oxidação, sabores desagradáveis, reações diversas e insolubilidade do composto em água e fazendo com que assim a sua vida de prateleira seja estendida.

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade tecnológica de enriquecer polpas de frutas tropicais com ferro e com óleo nutricional (DHA+EPA) em dosagens suficientes para atingir 50 % da recomendação diária destes nutrientes para gestantes, quando um copo de suco de fruta (300 mL) for consumido.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar possíveis alterações da cor das polpas de frutas enriquecidas com ferro por meio de análises instrumentais e sensoriais, fazendo a correlação destas duas ferramentas.
- Avaliar quais tipos de polpa que é possível a fortificação com sais de ferro de alta biodisponibilidade, como sulfato ferroso e fumarato ferroso.
- Avaliar a viabilidade tecnológica do uso de ferro microencapsulado em cobertura a base de gordura nas polpas que apresentarem alta reação com sais de ferro não encapsulados.
- Identificar as polpas capazes de mascarar sabor e aroma de peixe ou que retardem a oxidação do ômega-3.
- Desenvolver uma equipe de painel treinado em óleos nutricionais com alunos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional- CTDR.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Polpa de frutas

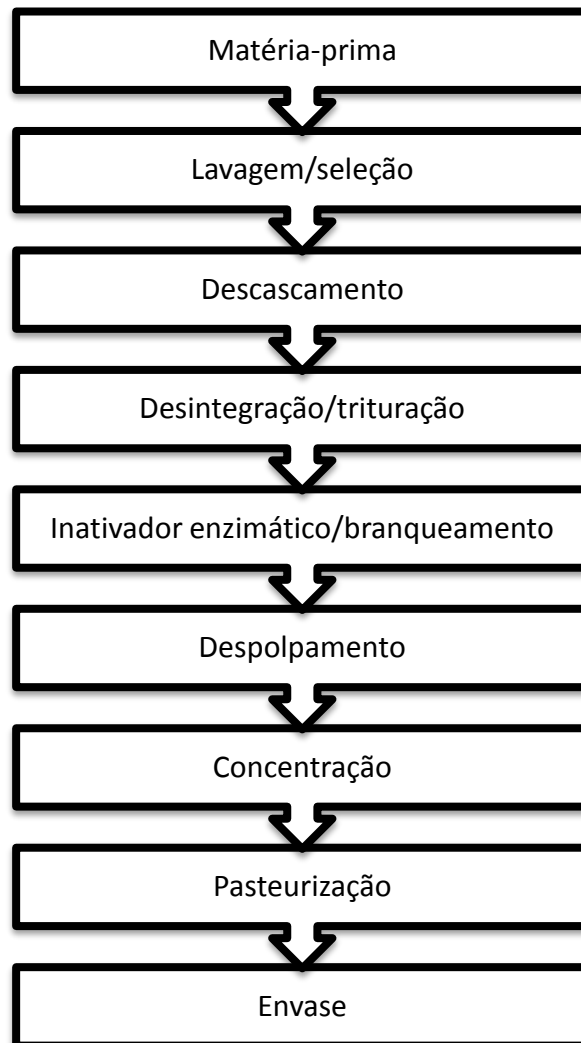
O Ministério da Agricultura corrobora que polpa de fruta é o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto, com legislação específica para algumas espécies frutíferas. A polpa de fruta será obtida de frutas frescas, sãs e maduras com características físicas, químicas e organolépticas do fruto. As características físicas, químicas e organolépticas deverão ser as provenientes do fruto de sua origem, observando-se os limites mínimos e máximos fixados para cada polpa de fruta, previstos nas normas específicas (BRASIL, 2000).

As polpas de fruta atendem as práticas que atualmente as pessoas têm de consumir sucos de frutas in natura em qualquer época do ano sem depender da sazonalidade. A alta perecibilidade dos frutos e sua sazonalidade impulsionam o desenvolvimento de processos tecnológicos, dentre os quais pode-se destacar a produção de polpas, que é uma atividade agroindustrial importante na medida em que agrega valor econômico à fruta, evitando desperdícios e minimizando as perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto in natura, além de permitir estender sua vida útil com manutenção da qualidade (EVANGELISTA & VIEITES, 2006).

De acordo com Oliveira e colaboradores (1999), a polpa de fruta vem ganhando espaço no mercado consumidor, por apresentar características de praticidade, não apenas entre os consumidores caseiros, mas também em locais que oferecem serviços a estes consumidores, como por exemplo em restaurantes, hotéis, lanchonetes, hospitais, etc., devido à facilidade de uso, e longo período de conservação, onde é utilizada, principalmente, na elaboração de sucos. E podendo também ser utilizado como matéria-prima por outras indústrias, na fabricação de produtos como os iogurtes, sorvetes, refrescos, doces e etc. Pode também ser processado durante a safra, visando a sua utilização posterior para obtenção de doce em massa, geléia e néctar (MATTAL et al., 2005).

A comercialização de frutas tem enfrentado contratempos, pois as frutas são perecíveis e se deterioram em poucos dias. Portanto, um meio propício para o aproveitamento integral das frutas é a produção de polpas de frutas congeladas, produzidas, armazenadas e processadas nos períodos de safra, e serem comercializadas nos períodos mais vantajosos, de acordo com a demanda do mercado consumidor (BUENO, 2002). O processo de produção de polpa de frutas segue as etapas descritas na Figura 1:

Figura 1. Fluxograma de produção de polpa de frutas.



Fonte: BRAGANTE (2009)

A Embrapa descreve estas etapas da seguinte maneira: Na etapa de recepção e pesagem as frutas são recebidas e pesadas, para posterior acompanhamento do processo. As frutas devem ser mantidas sob refrigeração em temperaturas entre 5 °C e 12 °C dependendo do tipo de fruta, pois as altas temperaturas são prejudiciais para a qualidade do fruto, deve-se prevenir também a entrada de insetos e roedores (BRAGANTE, 2009).

Na lavagem, seleção e enxágue, a matéria prima deve ser de boa qualidade, as frutas saudáveis são separadas por profissionais treinados, de materiais estranhos como folhas, partes de caule, areia, insetos e também de frutas estragadas. Em seguida, as frutas são imersas em água clorada, por aproximadamente 20 a 30 minutos, utilizando-se uma solução de água sanitária, na proporção de 1

ou 2 colheres das de sopa para cada 2 L de água, correspondendo a, aproximadamente, 50 a 100 ppm de cloro livre. Após a imersão as frutas devem ser enxaguadas em água limpa e tratada. A etapa subsequente é o descascamento e corte, pode ser manual ou mecânico, o que vai definir é o tipo de fruta que será processada, onde também serão retiradas também sementes e caroços. A próxima etapa é a desintegração etapa também conhecida como trituração, onde geralmente acontece em moinho triturador, esta etapa tem o objetivo de reduzir as partículas para a extração do suco. No caso de algumas frutas, há a necessidade de um branqueamento, para inativar as enzimas, amolecer os tecidos e dar estabilidade as polpas de frutas (BRAGANTE, 2009).

No despulpamento, há a extração da popa da fruta, do material fibroso, que será precedido da trituração do material. Esse processo consiste em fazer com que a fruta passe, descascada ou não, inteira ou já desintegrada, pela despulpadeira. Em algumas frutas como a goiaba, por exemplo, é necessário que haja a etapa de concentração para reduzir a quantidade de água livre, diminuindo sua atividade de água, prolongando o tempo de vida da polpa de fruta (BRAGANTE, 2009).

A pasteurização, da polpa de frutas geralmente ocorre em trocadores de calor. Esta operação é realizada normalmente a 90-95°C por um tempo de 1 minuto é o suficiente para a eliminação dos microorganismos que podem danificar o produto (BRAGANTE, 2009).

A polpa extraída é envasada, em sacos de plástico ou colocada de forma manual ou em um equipamento chamado dosadora, que serve para encher a embalagem em quantidades previamente definidas. Após o envase, esses sacos são fechados a quente, com seladora manual e em seguida levados para o congelamento (BRAGANTE, 2009).

2.1.1 Acerola:

De acordo com a EMBRAPA, a acerola (*Malpighiaemarginata* D.C.), também conhecida como a cereja das antilhas, tem origem da América Sul, nas ilhas do Caribe e na América Central. O consumo em expansão dessa fruta deve-se, basicamente, a seu elevado teor de ácido ascórbico (Vitamina C) que, em algumas variedades, alcança até 5.000 miligramas por 100 gramas de polpa. Este índice chega a ser cem vezes superior ao da laranja ou dez vezes ao da goiaba, frutas com alto conteúdo dessa vitamina (EMBRAPA, 2011).

A acerola é uma excelente fonte de vitamina C, além disso, caracteriza-se por ser fonte razoável de pró-vitamina A, além de conter vitaminas do grupo B, como tiamina (B1), riboflavina

(B2), piridoxina (B6) e niacina, ácido pantotênico, cálcio, ferro e magnésio. Como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela nutricional da acerola

Nutrientes	Acerola <i>in natura</i>
Água (g/100g)	91,41
Energia (kcal/100g)	32
Proteína (g/100g)	0,40
Lipídeos Totais (g/100g)	0,30
Cinzas (g/100g)	0,20
Carboidratos por diferença (g/100g)	7,69
Fibra dietética total (g/100g)	1,1
Cálcio (mg/100g)	12
Ferro (mg/100g)	0,20
Magnésio (mg/100g)	18
Fósforo (mg/100g)	11
Potássio (mg/100g)	146
Sódio (mg/100g)	7
Vitamina C (mg/100g)	1.677,6
Tiamina (mg/100g)	0,020
Riboflavina (mg/100g)	0,060
Niacina (mg/100g)	0,40
Ácido pantotênico (mg/100g)	0,309
Vitamina B6 (mg/100g)	0,009
Vitamina A (IU)	767

Fonte: USDA (2003) apud Freitas *et al.* (2006).

Os pigmentos naturais presentes na acerola, tais como antocianinas e carotenóides, que proporcionam cor aos alimentos, contribuindo para o seu aspecto visual. Simultaneamente, estes pigmentos possuem importantes funções e ações biológicas, podendo ser considerados promotores da saúde humana. As antocianinas são pigmentos hidrossolúveis, responsáveis pela cor vermelha de flores, frutos e plantas. Sua cor vermelha pode variar desde a tonalidade alaranjada, passando pelo azul até o roxo. (GUEDES, 2004). Recentemente, algumas pesquisas têm demonstrado que os carotenóides têm atuação como antioxidante, protegendo as células dos danos oxidativos e, sendo assim, reduzindo o risco de desenvolvimento de algumas doenças crônicas.

A acerola tem grande importância econômica e esse tal interesse pela espécie é devido à

produção de frutos comestíveis com altos teores de vitamina C, por sua facilidade em ser consumida ao natural ou processada. Sendo a polpa pasteurizada e/ou congelada seus principais produtos explorados comercialmente, mas podendo ser encontrada na forma de outros produtos como néctares, geléias, produtos liofilizados, conservas, licores, sorvetes, xaropes e balas. Com isso, a maior parte da produção brasileira de acerola é absorvida pelas indústrias de processamento e exportada para diversos países da Europa, para o Japão, Estados Unidos e as Antilhas, na forma de polpa ou frutos congelados, e suco integral (BLISKA; LEITE, 1995).

No Brasil, faltam dados estatísticos sistematizados sobre a cultura, produção e comercialização de acerola e de seus produtos (LEAL et al, 1999). Como demonstra o censo agropecuário realizado em 2006 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que não apresenta dados relativos à produção de acerola. Entretanto, no censo realizado no ano de 1996 mostraram que o Brasil possuía, aproximadamente, 11.000 hectares de área plantada. Com uma produção estimada em torno de 33 mil toneladas de frutas por ano. Alguns dados do IBGE, 2000 demonstraram que a produção da região Nordeste representa cerca de 70% da produção brasileira de acerola. Mas de acordo com a Codevasf, em 2001, a área cultivada com acerola nos estados brasileiros, foi a demonstrada na tabela abaixo:

Tabela 2. Áreas cultivadas com acerola nos estados brasileiros

ESTADO	ÁREA TOTAL PLANTADA
Pernambuco	862,70
Paraíba	686,10
Bahia	616,50
Ceará	416,60
Alagoas	126,50
Sergipe	124,30
Rio Grande do Norte	121,30
Maranhão	84,70
Piauí	44,90

Minas Gerais	14,60
Espírito Santo	7,50
Total	3.105,70

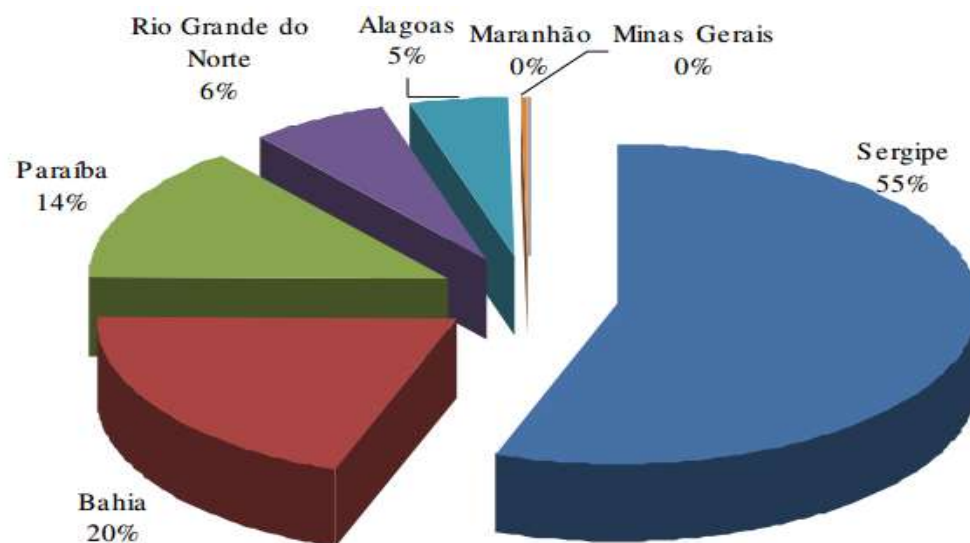
Fonte: Codevasf, 2001

2.1.2 Mangaba

De acordo com a EMBRAPA (2002), a mangabeira, (*Hancorniaspeciosa Gomes*), frutífera da família das apocináceas, é planta arbórea de porte médio, que atinge de 5 a 10 metros de altura. Nativa do Brasil é encontrada vegetando espontaneamente em várias regiões do país, desde os Tabuleiros Costeiros e Baixadas Litorâneas do Nordeste, onde é mais abundante, até as áreas sob Cerrado da Região Centro-Oeste; verifica-se ainda sua ocorrência nas Regiões Norte e Sudeste. No Nordeste, a mangabeira faz parte da vegetação de Cerrado ou de Tabuleiro; é encontrada desde a faixa litorânea até o Agreste, vegetando em solos profundos, pobres e arenosos.

Sousa (2004) atribui à mangaba como sendo uma palavra de origem indígena (mã' gawa) que tem o significado de “comer coisa boa”. Ao ser mencionado por Braga (1960) como uma fruta corruptela de mangaba, que significa grude ou visgo, devido à presença de látex na planta. Segundo o IBGE, a produção do fruto da mangaba em 2010, foi de 722 mil toneladas. Os Estados onde a produção é maior são: Sergipe 55,5%, seguidos da Bahia, com 19,7% e a Paraíba, com 13,7% do total produzido no Brasil, como mostra a Figura 2.

Figura 2. Estados brasileiros de maior produção de mangaba.



Fonte.: IBGE

A mangaba é um fruto rico em antocianinas, flavonóides, vitamina C e carotenóides totais. O ácido ascórbico, os carotenóides e os compostos fenólicos, considerados antioxidantes, variam em seus conteúdos e perfis entre as variedades de fruto, essa variação se deve as funções intrínseca (variedade, cultivar, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas), (LEONG; SHUI, 2002; MELO et al., 2008).

2.1.3 Umbu-cajá

A umbu-cajazeira é uma planta arbórea (Figura 3), pertencente à família Anacardiaceae, considerada um híbrido natural entre o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) e a cajazeira (*Spondias mombin* L.), (GIACOMETTI, 1993) e tem origem desconhecida, apresentando características de planta xerófila encontrada em plantios desorganizados, disseminados em Estados do Nordeste.

Figura 3. (A) Árvore umbu-cajazeira; (B) Fruto umbu-cajá



(A)

(B)

Fonte: Google imagens

É uma frutífera típica do Nordeste. Com isso sua polpa tem grande importância como matéria-prima em indústrias de conservas de frutas, que podem produzir as polpas na época de safra, armazená-las e reprocessá-las nos períodos mais propícios, ou segundo a demanda do mercado consumidor (HOFFMANN, 1996).

O umbu-cajá tem sido alvo de algumas recentes pesquisas (CARVALHO et al. 2008; LIMA et al., 2002; LIRA JUNIOR et al., 2005; NARAIN; GALVÃO; MADRUGA, 2007), a composição e aproveitamento tecnológico do fruto, especialmente no que concerne aos compostos bioativos presentes no fruto, bem como, seu potencial antioxidante.

2.1.4 Graviola

De acordo com a Embrapa, a gravioleira, *Annonamuricata* L., família *Anonaceae*, é uma tipicamente tropical e, no Brasil, encontra-se cultivada, principalmente, nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. A expansão econômica desta cultura no Brasil vem apresentando diversas limitações de ordem agrônoma, em virtude da escassez de informações técnicas, principalmente sobre manejo geral no campo. O Estado da Bahia é o maior produtor nacional. Os frutos chegam a pesar mais de oito quilogramas. A polpa congelada é comercializada no mercado interno bem como está sendo exportada (PINTO; GENU, 1984; BRAGA SOBRINHO et al. 1998/2011).

A Embrapa continua a afirmar, que a gravioleira é importante por suas diversas aplicações na alimentação humana, para consumo ao natural, no preparo de refresco, fabricação de sorvetes, no preparo de tortas e conservas sob a forma industrializada de sucos concentrados e congelados, além disso, suas folhas, frutos, sementes e raízes têm propriedades medicinais comprovadas. No Brasil, a crescente demanda e o interesse pela polpa de graviola, tanto pelos consumidores, quanto pela indústria, têm colocado a graviola no ranking das frutas tropicais brasileiras de maior aceitação comercial. Com isso o Brasil e a Venezuela destacam-se por ter uma área plantada superior a 1.000ha.

Sua importância econômica se dá a grande exploração comercial em diversas regiões do mundo, apenas alguns países despontam como sendo grandes produtores, são eles: México, Brasil, Venezuela, Equador e Colômbia. No Brasil, estima-se que tenha uma área plantada de aproximadamente 2.000 ha, tendo como principais estados produtores a Bahia, Ceará, Pernambuco, Alagoa, Paraíba, Pará Distrito Federal, Espírito Santo e Minas Gerais. A graviola apresenta uma composição de 78% a 85,5% de polpa, de 8.2% a 19% de casca, de 3,0% a 4,1% de sementes e de 2,3% a 3,3% de talo (AVILÁN et al., 1980; SACRAMENTO et al., 2003). As graviolas de alta acidez, como as produzidas no Brasil, a polpa é utilizada principalmente na confecção de suco, além de sorvetes, néctares, geléias, musses, compotas, cristalizados, desidratados, licores, batidas e drinks. No Brasil, os maiores mercados de frutos e polpa de graviola são os estados das regiões Nordeste e Norte.

A graviola é uma fruta com composição nutricional muito rica, cerca de 100g fornecem em média 60 Kcal, 25 mg de cálcio, 28 mg de fósforo e 26 mg de vitamina C, é boa fonte de vitaminas do complexo B, como observado na Tabela 3.

Tabela 3. Composição nutricional da graviola

COMPONENTE	CONTEÚDO EM 100G DE POLPA
Calorias	61,3-53,1
Carboidratos	14,63g
Cinzas	60g
Fibras	0,79g

Gordura total	0,97g
Umidade	82,8g
Proteínas	1,00g
Ácido ascórbico	29,6mg
Cálcio	10,3mg
Fósforo	27,7mg
Ferro	0,64mg
Lisina	60mg
Metionina	7mg
Niacina	1,28mg
Riboflavina	0,05mg
Tiamina	0,11mg
Triptofano	11mg

O Ministério Da Agricultura Pecuária E Abastecimento – MAPA determina padrões mínimos e parâmetros para análises físico-químicas realizadas em polpas de acerola, graviola, como se pode observar na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4. Padrão de identidade e qualidade determinados pelo MAPA para polpas de fruta

	ACEROLA	GRAVIOLA	MANGABA
°Brix (mín.)	5,5	9,00	8,00
pH (mín.)	2,80	3,50	2,80
Ac. Total (mín. g/100g)	0,80	0,60	0,60

Ác.	Ascórbico(mín.	800,0	10,00	----
	mg/100g)			

Fonte: MAPA (2000).

Os dados de padrão e identidade e qualidade para a polpa de umbu-cajá não foram descritos na Tabela 4, pois não constam na Normativa N ° 01, de 07 de Janeiro de 2000.

2.2 FORTIFICAÇÃO E ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS COM NUTRIENTES

A ANVISA por meio da Portaria n ° 31, de 13 de Janeiro de 1998, considera “*alimento fortificado/enriquecido ou simplesmente adicionado de nutrientes todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar o seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma*”.

As dietas ocidentais se caracterizam por terem uma grande quantidade de calorias, de gorduras saturadas, de sal e açúcar, além de poucos micronutrientes. Isto provoca desequilíbrio no organismo que começa a produzir substâncias perigosas em maior quantidade, tais como os eicosanoides pró-inflamatórios e vasoconstrictores, além de aumentar a glicemia, o colesterol e os triglicerídeos, e diminuir o trânsito intestinal. Esta baixa ingestão de nutrientes também pode levar a perda de massa óssea devido à falta de cálcio, de vitaminas (A, D, C, E, e do complexo B) e de outros minerais (zinco, magnésio, fósforo, manganês e potássio). A nossa dieta ocidental também pode levar a anemia por deficiência de ferro que pode atingir entre 30 a 70% das crianças brasileiras, afetando o seu desenvolvimento físico e intelectual (FALKINGHAM et al, 2010; KENNEDY et al, 2009; KIRBY et al, 2010; MUTHAYYA et al, 2009; OSENDARP et al, 2007; THORTON et al, 2014; UAUY, DANGOUR, 2006). .

A correção destas deficiências nutricionais e o equilíbrio na relação entre ômega-6 e ômega-3 de 05:01 a 10:01 pode melhorar o desenvolvimento físico e intelectual das crianças, além de prevenir a obesidade e o aparecimento precoce e tardio de doenças. Dentre essas correções, podemos citar a suplementação de ferro, vitamina A e ômega-3 que pode trazer vários benefícios para saúde das crianças de todas as idades (DALTON et al, 2009; FALKINGHAM et al, 2010; KENNEDY et al, 2009; KIRBY et al, 2010; MUTHAYYA et al, 2009; OSENDARP et al, 2007;

TICHELAAR et al 2000; THORTON et al, 2014; UAUY, DANGOUR, 2006).

O melhor lugar para iniciar essas mudanças nutricionais, sem dúvida, é a escola, através do ensino teórico da importância dos alimentos e da implantação de uma dieta mais equilibrada e da adição de alimentos enriquecidos com nutrientes na alimentação escolar. No entanto, este é um processo de longo prazo e para correções imediatas de desvios nutricionais faz-se necessário associar ao processo educativo medidas como a fortificação/enriquecimento de alimentos a serem consumidos no dia a dia da população.

2.2.1 FERRO

O ferro está presente em vários alimentos sendo a carne vermelha a mais rica fonte de ferro e é facilmente absorvido pelo organismo. Este micronutriente também é encontrado em leguminosas (como lentilhas e feijão), frutas secas, vegetais de folhas verdes escuras, nozes e sementes, e em cereais matinais fortificados (na farinha de trigo). O ferro nestes alimentos não é tão facilmente absorvidos pelo organismo. Sua ingestão está diretamente associada à ingestão energética, e o risco de deficiência é ascendente quando a ausência de ferro é maior comparativamente com as necessidades energéticas. Essa situação acontece na infância e adolescência, devido principalmente ao rápido crescimento, e em mulheres em idade fértil e gestantes, por aumento das necessidades (ZIMMERMANN E HURRELL, 2007).

A carência de micronutrientes é atualmente um dos mais graves problemas nutricionais mundiais em termos de prevalência, sendo determinada, quase sempre, pela ingestão deficiente de alimentos ricos em ferro ou pela inadequada utilização orgânica causando anemia, que é um dos maiores problemas de saúde públicas do mundo. A prevalência da anemia durante a gestação, varia consideravelmente, por causa das diferenças das condições sócio econômicas, estilo de vida e comportamentos saudáveis em diferentes culturas. Anemia afeta aproximadamente metade de todas as gestantes no mundo: 52% em países em desenvolvimento comparado com 23% nos países já desenvolvidos (UNICEF/UNO/WHO, 2001). A causa mais comum de anemia é uma nutrição empobrecida, deficiente em ferro e outros micronutrientes, malária e esquistossomoses (VAN DEN BROEK et al., 1998).

No Brasil têm sido verificadas elevadas prevalências dessa deficiência, principalmente entre as crianças de 6 a 24 meses, que constituem a faixa de maior risco. Essa é uma das fases do ciclo de vida mais sensível à deficiência de ferro, pois o requerimento natural desse nutriente é mais elevado, mas na maioria das vezes ele se encontra em quantidades insuficientes nas dietas. É

também nessa idade que ocorre a etapa de maior vulnerabilidade do sistema nervoso central, coincidindo esse período com momentos importantes do desenvolvimento cerebral, como a iniciação de processos motores e mentais fundamentais (Caderno de Atenção Básica, 2007). Entretanto, mesmo esta sendo uma situação que careça de estudos mais aprofundados, no Brasil, não existem pesquisas mais profundas que indiquem a real situação nas determinadas regiões do país, mas sim um quadro mais geral.

Outros dados da National Diet and Nutrition Survey afirmam que um 1/4 de todas as mulheres com idade entre 19 e 64 anos têm a sério baixa ingestão de ferro, o que poderia colocá-las em risco de desenvolver anemia por deficiência de ferro. Sobre 2/5 das mulheres mais jovens (com idade entre 19 a 24 anos) tiveram ingestão de ferro a partir de fontes de alimentos abaixo dos níveis-alvo recomendados, que são entradas que são susceptíveis de ser inadequada. As mulheres tem mais em risco de apresentar carência de ferro devido ao ciclo menstrual. A OMS (2011) recomenda a fortificação dos alimentos com micronutrientes, como alternativa à suplementação com o ferro, com o intuito de aumentar a ingestão de vitaminas e minerais. Esta organização estima que cerca de 41,8% das gestantes em todo o mundo sejam anêmicas, pelo menos em metade dos casos esta anemia pode ser atribuída à deficiência de ferro (WHO, 2008). De acordo com o Ministério da Saúde a dose diária recomendada para mulheres gestantes a partir da 20ª semana é de 60 mg diária de ferro. Atualmente, as mulheres têm essa suplementação sob a forma de medicamentos, mas na maioria deles contém pirofosfato de ferro, que é a forma menos biodisponível do ferro.

A deficiência de ferro resulta em aumento nas taxas de mortalidade e morbidade, diminui a produtividade no trabalho e prejudica o desenvolvimento mental, que reduz a capacidade da pessoa para viver uma vida saudável e produtiva (WELCH et al., 2000).

O ferro exerce muitas funções no organismo humano. Sendo as principais funções do ferro na hemoglobina: atuar como vetor de oxigênio, formando com o oxigênio uma combinação facilmente dissociável, permitindo que o oxigênio transportado seja cedido aos tecidos na medida das suas necessidades; servir de catalisador da oxidação, nas células e nas moléculas livres de hemina e atuar como constituinte das diástases oxidantes (catalase, peroxidase, citocromos), intervindo em numerosas reações de oxidação, por meio das quais se libera energia dos constituintes alimentares (GUYTON e HALL, 1997). A atividade de muitas enzimas envolvidas nestas reações bioquímicas é diminuída se houver a deficiência de ferro nos tecidos (BEARD et al., 1996).

A anemia é um grande indicador de deficiência nutricional (ASSIS, 2000). Em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, como no caso do Brasil, a baixa ingestão de ferro de alta biodisponibilidade é o principal fator envolvido na etiologia dessa condição, cuja correção requer intervenções populacionais. A fortificação com ferro de alimentos amplamente consumidos pela população (fortificação em massa ou universal) é uma alternativa que vem sendo utilizada como estratégia para melhorar a situação nutricional de populações desses países (TROWBRIDGE, 2002). Outros dois tipos de intervenções são os programas de suplementação do governo e a diversificação da dieta.

Considerando a fortificação de alimentos com ferro, três sub-categorias podem ser observadas nos programas da América Latina: fortificação obrigatória, fortificação para um público alvo e fortificação voluntária. A primeira ocorre quando decretos, leis ou regulamentos nacionais definem que a fortificação passe a fazer parte das características de determinado produto, como no caso das farinhas enriquecidas em micronutrientes. A fortificação alvo ocorre quando micronutrientes são adicionados a produtos específicos para determinados grupos populacionais, como crianças e gestantes. Por último, a fortificação voluntária é praticada amplamente pela indústria de alimentos na diversificação de seus produtos, sem a intenção de atingir um grupo populacional específico (DARY et al., 2002).

Os alimentos enriquecidos com ferro tem ação comprovada na diminuição da anemia ferropriva. Um alimento enriquecido/fortificado deve fornecer, em 100ml ou 100g do produto pronto para o consumo, no mínimo 15% a 30% da Ingestão Diária Recomendada (IDR).

Em um estudo com sucos prontos, afirmam que são raras as marcas que oferecem sucos prontos para beber, fortificados com ferro e são grandes a parcela da população, com deficiência desse mineral (NEUMAN et al., (2000); ALMEIDA et al., (2003); LYNCH, (2005).

Vasconcelos e colaboradores (2008), ao realizar um estudo para avaliar o consumo de alimentos sujeitos à fortificação compulsória com ferro por gestantes do Hospital Universitário de Brasília. Comparou 228 pares de gestantes em duas avaliações. No término do estudo, constatou que os alimentos sujeitos à fortificação são veículos apropriados em relação ao largo consumo, porém são necessários estudos que avaliem a quantidade adicionada e a biodisponibilidade dos compostos de ferro.

O impacto da suplementação com ferro foi estudado em um grupo de gestantes. Observou-se que a suplementação de ferro diminui a absorção de zinco em mais de 50%, o que pode ter afetado adversamente o estado do zinco, conforme evidenciado pela menor concentração plasmática desse

elemento. Contudo, a pesquisa concluiu que a inclusão de zinco nos suplementos pré-natais pode minimizar a interação entre ferro e zinco em populações com deficiência destes nutrientes.

2.2.2 ÁCIDOS GRAXOS POLINSATURADOS

A carência de ácidos graxos essenciais na alimentação dos mamíferos (especialmente do homem) conduz a transtornos de crescimento, mudanças na pele, alterações imunológicas, neurológicas e sérios transtornos comportamentais (INNIS, 1991). O equilíbrio entre os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 é essencial para a saúde humana e pode prevenir e/ou fazer parte do tratamento de várias enfermidades, como a hipertensão arterial, o diabetes, o infarto do miocárdio, a osteoporose, doenças inflamatórias e autoimunes, certos tipos de câncer, saúde mental, depressão pós-parto, a pré-eclâmpsia e o parto prematuro. Aumentar o consumo de ácidos graxos Eicosapentaenóico (EPA) e ácidos graxos Docosahexaenóico (DHA) diminui a produção de agentes pró-inflamatórios (leucotrieno B4 e prostaglandina E2), de um vasoconstrictor (tromboxano A2) e de um agente indutor da quimiotaxia e da adesão dos leucócitos (TU et al, 2010).

Por não ser produzido pelo corpo humano, o ômega-3 e o ômega-6 recebem o nome de ácido graxo poliinsaturado essencial, sendo necessário adquiri-lo pela alimentação e/ou suplementação. O ácido linoléico (LA, 18:02 x6) faz parte da família ômega-6, e o ácido alfa-linolênico (ALA, 18:03 x3) faz parte da família ômega-3. Enquanto que o LA se encontra em abundância na natureza (nas sementes da maioria das plantas, com exceção do coco, palma e cacau), o ALA se encontra em abundância apenas nas sementes de linhaça e chia, e um pouco nas nozes. O ALA e o LA vão ser metabolizados em ácidos graxos de cadeia longa, com 20 e 22 átomos de carbono. Os seres humanos podem converter o LA em ácido araquidônico (ARA, 20:04 x6) e o LNA em ácido ecosapentaenóico (EPA, 20:05 x3) e em ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6 x3), porém esse processo é lento (GOMEZ, 1975). O ARA se encontra principalmente nos ovos, no leite e produtos lácteos e na carne dos animais que consomem grãos. Já o EPA e o DHA se encontram nos óleos de peixes, principalmente os de águas frias e profundas. ALA e LA são componentes importantes das membranas celulares. EPA se encontra nos ésteres de colesterol, triglicerídeos e fosfolipídios, enquanto que o DHA se encontra principalmente nos fosfolipídios, um dos componentes mais abundantes da estrutura dos lipídeos do cérebro.

Há estudos em gestantes mostrando redução do risco de pré-eclâmpsia, que é a pressão alta da gestação após o segundo semestre, e da depressão pós-parto, acometendo 30% das mulheres. Nas gestantes, que antes de engravidarem já tem pressão alta e colesterol alto, ele também apresenta

benefícios. O DHA é especialmente requerido pelos recém-nascidos e os lactantes, já que a etapa crítica do desenvolvimento do sistema nervoso ocorre no último terço da gestação e nos primeiros meses da vida extra-uterina.

Mesmo sendo um ácido graxo de grande importância e gerador de grandes benefícios, não há muitos estudos na área de sucos ou polpa de frutas enriquecidas com ômega. Em leites, há grandes estudos com a fortificação ômega-3, esses estudos estão em estado avançado em alguns países, principalmente na Espanha. Uma pesquisa da Euromonitor International mostra um desempenho variado das diferentes marcas de leites enriquecidos com ômega-3. No futuro, é bem provável que as marcas de leite “com conteúdo natural de ômega-3”, ou seja, provenientes de vacas alimentadas com uma dieta rica em ômega-3, se tornarão mais frequentes e irão competir com força com as marcas simplesmente enriquecidas.

2.3 NUTRIENTES

2.3.1 FERRO

O ferro é um elemento altamente reativo que pode afetar negativamente as propriedades sensoriais de um alimento fortificado. Assim, a compatibilidade tecnológica com a matriz alimentícia deve ser um dos pontos mais importantes a ser considerados na elaboração de um produto.

O ferro é encontrado em alimentos na forma heme e não-heme. O ferro de carnes é a principal fonte de ferro-heme, enquanto fontes de ferro não-heme são alimentos de origem vegetal. No entanto, a absorção de ferro pelo corpo humano não ocorre de forma similar para todos os tipos de fontes de ferro. A biodisponibilidade refere-se à quantidade de ferro que é absorvida da dieta para uso nos processos e funções metabólicos normais e é influenciado tanto pela dieta quanto por fatores relacionados ao próprio corpo humano. Fatores da dieta incluem componentes presentes no próprio alimento que inibem a absorção de ferro, como fitatos, polifenóis, cálcio e algumas proteínas, ou que melhoram a absorção do ferro, como ácido ascórbico. Já os fatores relativos ao corpo humano incluem a condição/concentração de ferro em cada indivíduo.

Existem duas categorias de componentes/ingredientes utilizados na fortificação de ferro em alimentos: compostos inorgânicos de ferro e compostos de ferro protegidos. Os compostos inorgânicos podem ser classificados como: 1) solúveis em água, 2) fracamente solúvel em água/solúvel em ácido diluído; 3) insolúvel em água/fracamente solúvel em ácido diluído. Já os compostos de ferro protegidos são aqueles onde o ferro encontra-se quelado, como, por exemplo,

ferro bisglicinato e Na, Fe, EDTA, ou ingredientes microencapsulados, quando o ferro está protegido fisicamente da matriz alimentícia (DARY et al., 2002).

Nabeshima e colaboradores (2005) afirmaram que as composições de ferro de grau alimentício liberadas pela legislação são o sulfato ferroso desidratado seco, fumarato ferroso, ferro reduzido 325mesh Tyler, ferro eletrolítico 325mesh Tyler, EDTA de ferro e sódio e ferro bisglicinaquelato. Sendo que o ferro reduzido é o que possui baixo custo, é inerte, não promove rancificação e não altera a cor do produto final, apesar de ter coloração escura. E o sulfato ferroso, de coloração bege, também possui baixo custo, mas se for usado em produtos de panificação, por exemplo, pode promover o aparecimento de pontos escuros no produto.

Na Tabela 5 pode-se observar as características de diversos compostos de ferro usados na fortificação de alimentos. O sulfato ferroso é o composto que apresenta melhor biodisponibilidade relativa, referente à quantidade de ferro que está sendo absorvido da dieta para utilização em processos metabólicos normais (e que é utilizado como referência)é por outro lado o mais reativo nos alimentos por apresentar alta solubilidade em água. Uma boa alternativa é utilizar este sal encapsulado para reduzir sua reatividade em alimentos, mantendo-se a alta biodisponibilidade.

Tabela 5. Características de Compostos de Ferro usados na fortificação de Alimentos.

Características	Fontes de Ferro				
	<i>Solúvel em Água</i>	<i>Solúvel em Ácido diluído</i>	<i>Pouco solúvel em Ác. Diluído</i>	<i>Compostos Quelados</i>	<i>Compostos Encapsulados</i>
Exemplos de Compostos de Ferro	Sulfato Ferroso	Fumarato Ferroso	Ferro elementar /Pirofosfato férrico	Na Fe EDTA/ Bisglicinato Ferroso	Sulfato ou fumarato ferroso encapsulado
Reatividade com a matriz alimentícia	Alta	Intermediária	Muito Baixa	Baixa a intermediária	Baixa
Biodisponibilidade Relativa ao Sulfato Ferroso	Equivalente a 100%	*Equivalente a 100%	Baixa (20-50%)	Equivalente ou maior (100-300%)	**Equivalente a 100%
Custo com base no conteúdo de ferro	Intermediário	Intermediário	Baixo	Alto a muito alto	Intermediário a alto
Custo com base no conteúdo de ferro e biodisponibilidade	Baixo	Baixo	Intermediário	Alto	Intermediário

* Depende da acidez do suco gástrico, não sendo sempre equivalente ao sulfato ferroso

** O material usado na cápsula e sua espessura podem variar. Os compostos encapsulados podem não ser equivalentes ao sulfato ferroso.

Fonte: Dary, O.; Freire, W.; Kim, S. (2002) – tradução

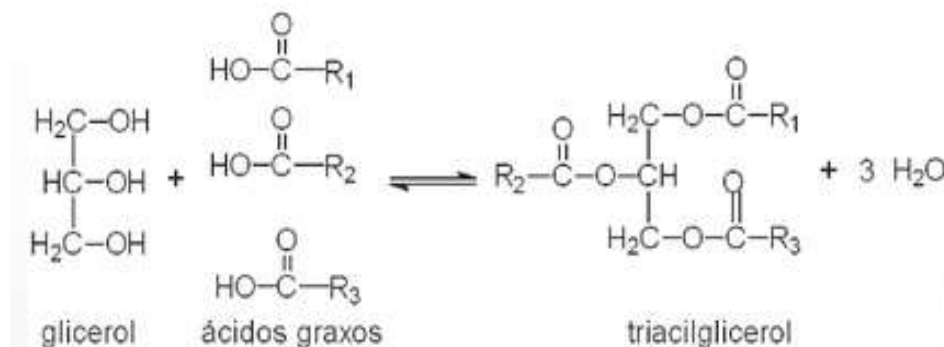
2.3.2 ÓLEOS NUTRICIONAIS

Óleos e gorduras têm relevante importância na alimentação humana. Além de fornecerem calorias, agem como veículo para as vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K (CLAUSS, 1996). São substâncias, untuosas ao tato, de natureza triglicéridica ou não, presentes em organelas celulares de frutos ou grãos oleaginosos, que são chamados de corpos lipídicos ou esferossomos. Além disso, os óleos e gorduras são fontes de ácidos graxos essenciais como o linoleico (LA), o alfa-linolênico (ALA) e araquidônico (ARA) e contribuem para a palatabilidade dos alimentos.

Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 são essenciais (EFA), porque nosso corpo não pode produzi-los, por isso que devemos consumi-los através dos alimentos presentes na nossa dieta. Seu nome se baseia na localização da primeira dupla ligação, contando desde o extremo metila da molécula do ácido graxo. Portanto, nos ácidos graxos ômega-6, a primeira dupla ligação está entre os átomos de carbono 6 e 7, enquanto que nos ácidos graxos ômega-3 esta dupla ligação está entre os átomos de carbono 3 e 4.

Nos óleos e gorduras, os ácidos graxos podem ser encontrados livres ou, de preferência, combinados. Na forma combinada, seus derivados são geralmente encontrados como monoacilglicerídeos, diacilglicerídeos e triacilglicerídeos, os principais compostos dos óleos e gorduras (MERTINS et al. 2008). São conhecidos por serem tipos de lipídios compostos majoritariamente por compostos denominados triacilgliceróis. Onde se enquadram na classe dos glicerídeos e provêm da reação entre ácidos graxos que são ácidos carboxílicos de cadeia longa e o glicerol (propano-1, 2,3-triol). A reação de formação de um triacilglicerol acontece da seguinte forma: um éster formado a partir do glicerol e três moléculas de ácidos graxos, os ácidos carboxílicos, serão catalisados por lipases ou por um meio ácido, como pode ser visto na Figura 4.

Figura 4. Reação de formação do triacilglicerol



Fonte: Sociedade Brasileira de Química

Os lipídios não são apenas constituídos de trigliceróis, mas sim por uma mistura de tri, di e monoacilgliceróis, ácidos graxos livres, glicolipídios, fosfolipídios, esteróis e outras substâncias. A maior parte destes constituintes são oxidáveis, em diferentes graus (BERSET; CUVELIER, 1996), sendo que os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais susceptíveis ao processo oxidativo (COSGROVE; CHURCH; PRAYOR, 1987). A oxidação lipídica é responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis fazendo com que os alimentos tornem-se impróprios para consumo, além de também causar algumas outras alterações que irão influenciar não só apenas a qualidade nutricional, devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, mas também a integridade e segurança dos alimentos, por meio da formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (KUBOW, 1993; SILVA, et al. 1999). Os lipídios podem ser oxidados por diferentes métodos, sendo eles: reações hidrolíticas, oxidação enzimática, fotoxidação, e auto oxidação.

2.3.2.1 REAÇÕES HIDROLÍTICAS:

Esta reação é causada pela ação de enzimas, chamadas de lipases ou pela ação de agentes químicos (ácidos/bases) que atuam rompendo as ligações éster dos lipídios, liberando ácidos graxos, que podem ser saturados ou insaturados. Este tipo de reação diminui a qualidade das gorduras destinadas principalmente a frituras, alterando as características organolépticas, como cor, causando escurecimento, o odor e o sabor dos alimentos. Nas refinarias de óleos, durante os processos de refinamento, os ácidos graxos produzidos pelas lipases das sementes são removidos.

2.3.2.2 OXIDAÇÃO ENZIMÁTICA:

A oxidação por via enzimática ocorre através ação das enzimas lipoxigenases que agem sobre os ácidos graxos poliinsaturados, catalisando a adição de oxigênio à cadeia hidrocarbonadapoliinsaturada. O resultado é a formação de peróxidos e hidroperóxidos com duplas ligações conjugadas que podem envolver-se em diferentes reações degradativas (SILVA et al, 1999; HALLIWELL et al, 1995).

O peróxido pode também ser formado por via alternativa, pela reação de ácidos graxos poliinsaturados com o oxigênio catalisado pela enzima lipoxigenase presente em vegetais. Os radicais livres intermediários formados durante a oxidação catalisada pela enzima podem oxidar compostos como carotenóides e polifenóis, levando a descoloração do produto (ARAÚJO, 2008).

2.3.2.3 FOTOXIDAÇÃO

A fotoxidação pode ocorrer nos óleos vegetais, devido à presença do oxigênio. O mecanismo de fotoxidação de gorduras insaturadas é promovido fundamentalmente pela radiação UV em presença de fotossensibilizadores (clorofila, mioglobina, riboflavina e outros) que absorvem a energia luminosa de comprimento de onda na faixa do visível e a transferem para o oxigênio tripleto, gerando o estado singlete (BERGUER; HAMILTON, 1995).

Araújo 2008, afirma que a reação de fotoxidação apresenta certas características que diferem da reação de auto-oxidação, são elas:

- Não envolve a formação de radicais livres.
- É independente da pressão do oxigênio
- É inibida pela ação dos receptores de oxigênio singlete, como betacaroteno e tocoferóis, mas não é afetada pela ação de antioxidantes.
- Não apresenta período de indução.
- Provoca mudanças na insaturação da configuração *cis* para *trans*.

O mecanismo de fotoxidação envolve a adição direta de oxigênio singlete (1O_2) aos ácidos graxos insaturados. O oxigênio singlete reage diretamente com as duplas ligações presentes no óleo, produzindo hidroperóxidos conjugados e não conjugados. A forma mais importante de geração do oxigênio singlete é a exposição à luz na presença de um fotossensibilizador. Clorofilas e compostos

heme contendo ferro são fotosensibilizadores que ocorrem naturalmente nos óleos vegetais. Estes compostos absorvem luz na região do ultravioleta (UV) e do visível (Vis), transferindo a energia para o oxigênio tripleto ($3O_2$) tornando-o 1500 vezes mais reativo na forma de ($1O_2$) (COLTRO, 2004).

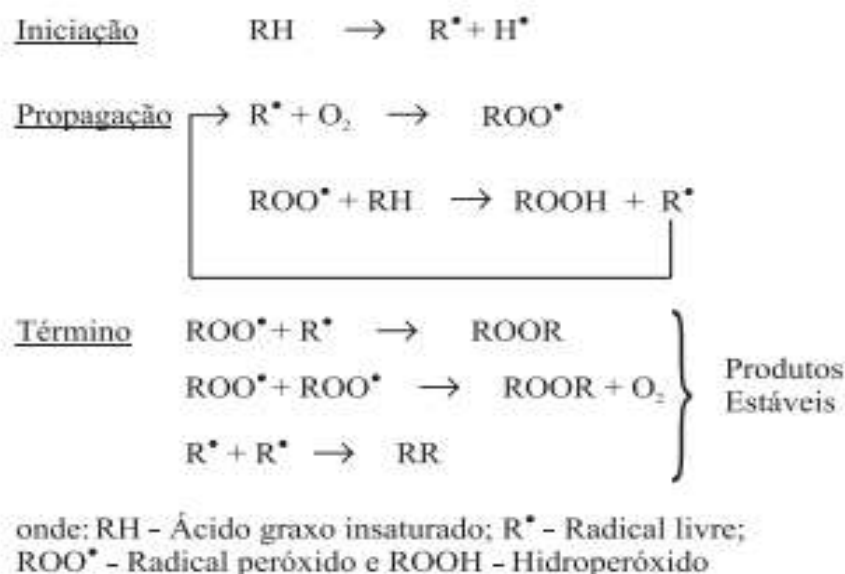
2.3.2.4 AUTOXIDAÇÃO

A autoxidação é o principal mecanismo de oxidação de óleos e gorduras. Esta é uma reação química de baixa energia de ativação (4 -5 Cal/mol) bastante complexa, que abrange grande número de reações inter-relacionadas, não sendo significativamente inibida pelo abaixamento da temperatura de armazenamento do alimento. A reação envolve a formação de radicais livres e pode ocorrer na ausência de luz (ARAÚJO, 2008).

A taxa em que os lipídeos se oxidam nos alimentos depende muito da concentração e da atividade dos pró-oxidantes (metais de transmissão, oxigênio singlete e enzimas). Desta maneira o controle dos pró-oxidantes é, portanto, uma estratégia efetiva para o aumento da estabilidade oxidativa dos alimentos. O ferro e o cobre, metais de transição que possuem dois ou mais estados de valência com um potencial de oxido-redução, são exemplos de metais de transmissão pró-oxidantes importantes, pois são capazes de acelerar a oxidação de lipídeos pela promoção da decomposição de hidroperóxidos (FENEMA, 2008).

Os ácidos graxos poliinsaturados apresentam potencial de decomposição deste processo, estando presentes como ácidos graxos livres, ou como fosfolipídios. É uma reação do oxigênio atmosférico com as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados. Esta reação produz hidroperóxidos e peróxidos, que posteriormente irão produzir compostos voláteis, cetonas e aldeídos que irão caracterizar o odor de ranço nos alimentos. Esta reação acontece em uma sequência inter-relacionada como demonstrado na Figura 5.

Figura 5. Mecanismo da reação de autoxidação



O primeiro passo da reação é a iniciação, onde os radicais lipídicos são formados por moléculas lipídicas. A separação de um átomo de hidrogênio por espécies reativas, como um radical hidroxila, pode conduzir à inicialização da oxidação lipídica. De forma geral, na iniciação, ocorre a formação dos radicais livres do ácido graxo devido à retirada de um hidrogênio do carbono alílico na molécula do ácido graxo, em condições favorecidas por luz e calor (TOLEDO; ESTEVES; HARTMANN, 1985). Ainda assim, nos óleos existem muitas vezes traços de hidroperóxidos, que podem ter sido formados pela ação da lipoxigenase no vegetal, antes e durante a extração do óleo. Os hidroperóxidos são compostos voláteis e inodoros, mas ao se decomporem formam compostos voláteis conhecidos como off-flavours, no caso da oxidação, como por exemplo o sabor de peixe desenvolvido no óleo de peixe.

Após a iniciação, o próximo passo é a propagação onde um radical lipídico é convertido em um radical lipídico diferente. Esta reação envolve a eliminação de um átomo de hidrogênio de uma molécula lipídica ou a adição de oxigênio para um radical alquila. Em pressão atmosférica normal de oxigênio, a reação dos radicais alquila com o oxigênio é muito rápida, e os radicais peróxi estão presentes em concentrações muito superiores aos de radicais alquila. A eliminação de hidrogênio ocorre preferencialmente nos átomos de carbono, onde a energia de dissociação da ligação é baixa.

De maneira geral na fase de propagação os radicais livres que são prontamente susceptíveis ao ataque do oxigênio atmosférico, são convertidos em outros radicais, aparecendo os produtos

primários de oxidação (peróxidos e hidroperóxidos) cuja estrutura depende da natureza dos ácidos graxos presentes. Os radicais livres formados atuam como propagadores da reação, resultando em um processo autocatalítico (TOLEDO; ESTEVES; HARTMANN, 1985).

Os íons metálicos são os mais importantes pró-oxidantes em alimentos, enquanto que os antioxidantes incluem compostos que sequestram os radicais, estimulam a quelatação de metais ou de outros mecanismos. Sendo a presença de um período de indução uma característica das reações químicas que seguem um mecanismo de radicais livres.

2.4 ENCAPSULAÇÃO

A microencapsulação além de aumentar a disponibilidade dos compostos durante o processamento e armazenamento, também melhora a estabilidade destes compostos (CHAMPAGNE; FUSTIE, 2007). A microencapsulação é uma técnica que consiste basicamente no aprisionamento de um agente ativo (pequenas partículas sólidas, gotas de líquidos ou compostos gasosos) em um invólucro protetor (filmes finos ou coberturas poliméricas), para ser liberado em uma determinada condição (GHARSALLAOUI e colaboradores, 2007).

A construção do modelo celular, no qual o núcleo é envolto por uma membrana semipermeável que o protege do meio externo e ao mesmo tempo controla a entrada e saída de substâncias na célula, deu origem ao conceito da microencapsulação, que, de maneira correspondente, tem uma parede que isola o material ativo e controla a liberação sob estímulo específico. Portanto, o propósito da microencapsulação é proteger seu conteúdo do ambiente que pode ser destrutivo, permitindo trocas pela membrana (JIZOMOTO et al. 1993).

Outra propriedade da microencapsulação é a possibilidade de produzir a liberação controlada do material de recheio encapsulado no local e na forma desejada para se obter vantagens funcionais deste mecanismo (SPARKS, 1981). Existem alguns diferentes métodos de obtenção de micropartículas, produzindo ingredientes com diferentes propriedades abrangendo desde partículas solúveis ou insolúveis em água, característica extremamente importante em aplicações alimentícias (KRUIF *et al.*, 2004).

Além disso, outras vantagens podem ser associadas à encapsulação de substâncias (GOODWIN; SOMERVILLE, 1974; SHAHIDI; HAN, 1993):

- Conversão de substâncias líquidas ou gasosas em pós, permitindo sua melhor utilização em sistemas desidratados;

- Mascarar propriedades indesejáveis do material encapsulado como sabor, odor, pH, propriedades catalíticas, dentre outras;
- Permitir mecanismos de liberação controlada das substâncias encapsuladas para fins específicos nos produtos onde está veiculada.

Agentes encapsulantes podem ser utilizados como cobertura para as microcápsulas, entre eles as gomas, hidrolisados de amidos, as celuloses, os lipídios, os materiais inorgânicos e as proteínas (BERNARDI, 2010). A escolha do agente encapsulante depende de uma série de fatores, entre eles a não reatividade com o material a ser encapsulado, o processo utilizado para a formação da microcápsula e o mecanismo de liberação ideal (FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008).

Os estudos da técnica de microencapsulação permitiram a ampliação de seu uso para diversos tipos de indústrias, tais como alimentícia, farmacêutica, de aromas, química e agrícola (FANGER, 1974; POTHAKAMURY & BARBOSACÁNOVAS, 1995; WIELAND-BERGHAUSEN *et al.*, 2002). Atualmente, há refinadas técnicas que têm sido desenvolvidas e uma variedade extremamente ampla de funcionalidades pode agora ser obtida por meio da microencapsulação (GOUIN, 2004).

Recentemente, as definições e empregos da microencapsulação têm sido ampliados, devido às novas necessidades que a indústria de alimentos apresenta em propriedades cada vez mais complexas nas formulações, que muitas vezes só podem ser conferidas através da microencapsulação (GOUIN, 2004).

As partículas podem assumir diferentes formas como uma simples membrana de cobertura, uma membrana esférica ou de forma irregular, estrutura de multiparedes de mesma ou várias composições ou numerosos núcleos em uma mesma estrutura (GIBBS *et al.* 1999).

Na indústria alimentícia a microencapsulação é muito usada para proteger ingredientes alimentícios, como no caso da vitaminas, agentes flavorizantes ou sais, contra a ação de fatores externos como o oxigênio, água ou luz. Vindo a prevenir a oxidação, a perda de substâncias voláteis e proporciona a liberação controlada do ingrediente ativo (MELLEMA *et al.*, 2006). O desafio que muitas indústrias têm tido é o de incorporar ingredientes sem interferir na qualidade do produto, sem alterar sabor, aroma e textura, e a microencapsulação pode ser uma técnica apropriada para esta finalidade.

No mercado mundial, diversas empresas, como Kievit, BASF, DSM, LipidNutrition e ONC, já produzem óleo de peixe encapsulado para a aplicação em alimentos com baixa ou alta atividade

de água. No entanto, a oferta de ingredientes encapsulados que são estáveis não oxidados durante a vida de prateleira, ainda é pequena. Este fator, aliado às altas dosagens de DHA e EPA que foram recentemente recomendadas pelo órgão regulador da União Europeia (EFSA) para efeitos positivos destes ácidos graxos à saúde humana, restringe os tipos de alimentos enriquecidos e que não apresentam sabores residuais de ranço. Empresas produtoras de alimentos têm optado por colocar no mercado um produto enriquecido em DHA e EPA, mesmo que estes venham a desenvolver leves e até acentuados sabor e odor de ranço durante sua vida de prateleira.

A tecnologia de encapsulação típica para a produção de LC-PUFA em pó é a secagem por atomização. Esta secagem é utilizada pela BASF e DSM em um equipamento que combina atomização e fluidização de partículas, “Spray-catch”, ou pela Kievit em um equipamento onde o pó antes de estar completamente seco é recolhido em uma esteira, onde a secagem será concluída (“Filtermat”). O processo de secagem por atomização em torre “spray-drying”, apesar de ser mais simples que os demais processos, torna-se mais difícil de ser aplicado na produção de óleo de peixe em pó, devido à composição da formulação da micropartícula, a qual deve resultar em um pó denso para garantir a proteção do óleo contra a oxidação causada pela difusão de oxigênio pelos poros.

Com relação aos sais de ferro, o sulfato e o fumarato ferroso encapsulados são disponíveis comercialmente para aplicação em alimentos. Nestes ingredientes, o sal de ferro é coberto com camadas de gordura hidrogenada, etilcelulose, e/ou maltodextrina, prevenindo os átomos de ferro de entrar em contato com substâncias na matriz alimentícia, até que estes sejam liberados no corpo humano e absorvidos no intestino. A cobertura utilizada deve prevenir ou retardar as alterações organolépticas indesejáveis associadas com os compostos ferrosos.

Sulfato ferroso encapsulado pode ser um ingrediente interessante a ser utilizado na fortificação/enriquecimento de cereais matinais, visto que ele poderá prevenir a oxidação de gordura da matriz alimentícia durante a vida de prateleira do produto. No entanto, é importante avaliar o tipo de micropartícula a ser utilizado (tipo de tecnologia) com relação à aplicação alimentícia. Por exemplo, as microcápsulas produzidas por cobertura de gordura fundem com calor podendo levar a reações de cor em bebidas achocolatadas ou em cereais matinais reconstituídos sabor de frutas ou chocolate. Mas este tipo de micropartícula poderia ser utilizado na fabricação de pães(DARY et al., 2002). O custo do ingrediente microencapsulado em gordura parcialmente hidrogenada é três a quatro vezes maior do que o sal de ferro não encapsulado. Mas estudos têm mostrado alta eficácia na melhora do estado nutricional de crianças consumidores destes produtos (ZIMMERMANN et al., 2002).

2.5 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993; MININ, 2010) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

O primeiro contato do consumidor com um produto, geralmente, é com a apresentação visual, onde se destacam a cor e a aparência. Todo produto possui uma aparência e uma cor característica esperadas que são associadas às reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. A forma geralmente está relacionada à forma natural, ou a uma forma comercial consagrada culturalmente. A cor de um objeto possui três características distintas que são o tom, determinado pelo comprimento de onda da luz refletida pelo objeto; a intensidade, que depende da concentração de substâncias corantes dentro do alimento e o brilho, que é a quantidade da luz refletida pelo corpo em comparação com a quantidade de luz que incide sobre o mesmo (TEIXEIRA et al., 1987; HUY, 1992; ANZALDÚA-MORALES, 1994).

A análise sensorial é amplamente utilizada na indústria de alimentos, buscando adequar-se as exigências do consumidor e entender a relação dos consumidores com seus produtos. A análise sensorial tem sido uma ferramenta de muita importância para indústria, envolvendo uma série de técnicas para elaboradas para determinar em vários estágios do processo de produção a qualidade dos alimentos.

De acordo com MINIM (2010), a análise sensorial é caracterizada por:

- Identificar as características ou propriedades de interesse na qualidade sensorial do alimento, ou seja, identificar o que medir.
- Selecionar o método sensorial mais adequado para quantificar e, ou, qualificar a sensação experimentada pelo homem em resposta ao estímulo provocado pelo alimento estabelecendo a equipe de julgadores, as condições ambientais do teste, ou seja, identificar como medir.
- Selecionar e aplicar o método estatístico mais adequado para avaliar os resultados, ou seja, analisar e interpretar os resultados.

Os métodos descritivos, que são métodos que descrevem e avaliam a intensidade dos atributos sensorial de produtos, têm dois aspectos:

1. Aspecto qualitativo, que diz respeito à descrição do produto avaliado
2. Aspecto quantitativo, que avalia a intensidade de cada característica

Esta metodologia possui inúmeras aplicações, como, por exemplo, o acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento para verificar possíveis alterações no decorrer do tempo, desenvolvimento de novos produtos, controle da qualidade de alimentos, determinações químicas versus respostas sensoriais, além de ser possível realizar relação entre testes sensoriais e instrumentais (DELAHUNTY e BAXTER, 2001; BEHRENS e SILVA, 2000).

Os participantes das análises sensoriais, também denominados painelistas por participarem de painel sensorial, podem ser indivíduos que utilizam frequentemente produtos semelhantes, como, também, serem consumidores, em potencial, daquele produto a ser testado. Em qualquer situação, o painalista deve ter interesse em participar do painel, não ser fumante, apresentar boa saúde, boa memória e facilidade de comunicação e estar familiarizado com os termos a serem usados. Essas exigências podem ser exclusivas ou não, na seleção realizada para escolha dos integrantes do painel (ALMEIDA et al., 2008; ALMEIDA et al., 2006; LUND et al., 2009).

De acordo com Meilgaard colaboradores (1991), painelistas para análises descritivas devem apresentar habilidade para detectar as diferentes características sensoriais de produtos e também ser capazes de detectar a intensidade destas diferenças. Para Bitnese colaboradores. (2007), além disso, devem ter habilidade de descrever estas características e aplicar conceitos abstratos quando uma característica precisa ser renomeada.

Para o recrutamento dos candidatos utiliza-se um questionário. O principal critério de avaliação é a disponibilidade em participar até o final do treinamento entre outras questões de interesse sobre hábitos e comportamento.

A equipe pode ser composta por 8 a 12 provadores selecionados e treinados. O critério de seleção dos painelistas é quanto ao interesse, habilidade para identificar gostos e odores e personalidade. Durante o treinamento, os painelistas recebem uma prévia explicação sobre a amostra e sobre os atributos sensoriais, sendo discutida, a importância de cada atributo da amostra avaliada.

Aires, (2002) utiliza uma metodologia sensorial na qual o treinamento é dividido em três fases. A 1ª fase consiste no treinamento em grupo para reconhecimento de alterações no sabor do produto. Na 2ª fase o treinamento é individual usando cabines, onde é feito reconhecimento de alterações de sabor e pontuação de sua intensidade. A terceira fase consiste no treinamento em grupo para pontuação de intensidade e avaliação de amostras.

CAPÍTULO I: ENRIQUECIMENTO DE POLPA DE FRUTA TROPICAIS COM FONTES DE FERRO

3.1 Objetivos

- Avaliar as possíveis alterações da cor das polpas de frutas enriquecidas com ferro por meio de análises instrumentais e sensoriais, fazendo a correlação destas duas ferramentas.
- Avaliar quais tipos de polpa que é possível a fortificação com sais de ferro de alta biodisponibilidade, como sulfato ferroso e fumarato ferroso.
- Avaliar a viabilidade tecnológica do uso de ferro microencapsulado em cobertura a base de gordura nas polpas que apresentarem alta reação com sais de ferro não encapsulados.

3.2 Materiais e métodos

3.2.1 Materiais

Utilizou-se como matéria-prima para este trabalho polpas de frutas comerciais de acerola (*Malpighiaemarginata*), mangaba (*Hancorniaspeciosa*) e graviola (*Annonamuricata*), e açúcar cristal, todos comprados em mercado local de João Pessoa. Estes sabores de polpa, foram escolhidos por serem frutas típicas consumidas no norte e nordeste; o sais de sulfato ferroso e fumarato ferroso, encapsulados ou não, foram cedidos pela empresa Funcional Mikron (São Paulo, Brasil), o material encapsulante utilizado para a produção das cápsulas foram gordura e carbonato de cálcio, pelo método de recobrimento de gordura.

A concentração de ferro utilizada foi a descrita na Tabela 6.

Tabela 6. Porcentagem de ferro contido em 100g de pó usado para enriquecer as polpas

Sulfato ferroso	Sulfato ferroso encaps.	Fumarato ferroso	Fumarato ferroso encaps.
32,7% de Fe/ 100g de pó	13,18% de Fe/ 100g de pó	32% de Fe/ 100g de pó	17,18% de Fe/ 100g de pó

Fonte: Funcional Mikron

3.2.1.1 Preparo do suco

O suco de cada fruta foi preparado seguindo as recomendações da embalagem da polpa, que orienta utilizar 100 g da polpa e 200 mL de água, além disso, foi adicionado 30 g de açúcar, os ingredientes foram misturados no liquidificador, armazenado em garrafas de vidro e posteriormente refrigerado.

Para a produção do suco de fruta fortificado com ferro, foi utilizado a mesma formulação usada para produção do suco puro, mas com a adição de sulfato de ferroso e fumarato ferroso ambos na concentração de 0,377g de sais em 100g de suco, o que equivale a 0,12 g Fe/100g suco. Isto corresponde a aproximadamente 50% da recomendação diária para gestantes quando um copo de suco (300ml) for consumido. Para o suco contendo micropartículas de sulfato ferroso adicionou-se 0,30 g Fe/ 100g, para o suco contendo micropartículas de fumarato ferroso, adicionou-se 0,21 g Fe/ 100g suco. Isto sobrepõe à recomendação diária para gestantes quando um copo de suco enriquecido com sulfato ferroso microencapsulado for consumido 0,90g de ferro por copo de suco. Para o suco enriquecido corresponde a 100% da recomendação diária para gestantes quando um copo de suco (300 mL) for consumido.

3.3 Metodologia

3.3.1 Análises físico-químicas

Para as análises de sólidos solúveis (°Brix), foi utilizado um refratômetro portátil para açúcar, modelo RT-60ATC Instrutherm, (Brasil), com escala que varia de 28 a 62%. A acidez total titulável (ATT), determinada de acordo com a metodologia da Association of Official Analytical Chemists AOAC. O pH foi obtido através do equipamento da marca pHtek – pHmetro - modelo pH5 3E. Para a acerola também foram realizadas análises de determinação de vitamina C segundo a metodologia de Tillmans com modificações (BRASIL, 2005).

3.3.2 Análise Colorimétrica

O sistema de análise de colorimetria foi o sistema CIELAB. A análise de colorimetria foi realizada no equipamento Color Quest CQX 375 SPEX-SAV-RETRO da Hunter Lab (Alemanha) através do sistema de leitura de três parâmetros, CIELAB (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRE, 1971). Medições da coloração foram expressas em termos de luminosidade ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco) e da cromaticidade definida por a^* ($+a^*$ =vermelho e $-a^*$ =verde) e b^*

(+b*=amarelo e -b*=azul). Com estes parâmetros foi calculado o ΔE (Equação 1), o qual é um número absoluto que indica a diferença de “sensação” na totalidade da cor, incluindo brilho, tom e saturação.

$$E^* = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^2} \quad \text{Eq.1}$$

Também foi utilizado na avaliação dos resultados o Espaço $L^* C^* h$, o qual é semelhante ao CIELab e utiliza o mesmo diagrama a^* , b^* de cromaticidade, porém as coordenadas são cilíndricas, definidas por C^* e H^* , onde C^* define o Chroma e H^* o tom, a partir das Equações 1 e 2.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{Eq.2}$$

$$H^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Eq.3}$$

O H é expresso em ângulo sendo, 0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 270° = azul.

3.3.3 Análise sensorial

3.3.3.1 Sabor metálico

Para análise de sabor, foi utilizado a metodologia da Análise Descritiva Quantitativa- ADQ. Foi aplicado um teste de sabor com 29 provadores não treinados. O teste de sabor foi realizado no laboratório de Processamento de alimentos com alunos e funcionários do CTDR, para os sabores de suco de graviola, mangaba e acerola sendo que para cada sabor os provadores receberam uma amostra padrão, que continha uma solução de água com ferro e amostras que consistiram em suco com sulfato ferroso, suco com fumarato ferroso e suco sem ferro. Para a limpeza da boca entre amostras foi oferecida uma fatia de maçã, um biscoito tipo “cream-cracker” e um copo com água para cada provador. Os provadores deveriam primeiramente provar a amostra padrão para conhecer e memorizar o sabor metálico do ferro. Em seguida, os provadores receberam as amostras codificadas de suco, e deveriam identificar se havia sabor metálico nas amostras. O critério de seleção dos provadores baseou-se na capacidade deste em identificar o sabor metálico no suco. Assim, o provador deveria atribuir uma nota menor do que 1 para o suco sem ferro (0- imperceptível a 9- extremamente intenso) e maior do que 4,0 para ao menos uma das amostras com ferro.

3.3.3.2 Cor do suco

Neste trabalho foi utilizado como metodologia de análise sensorial os métodos de diferença, que são usados para detectar diferenças sensoriais que possam avir de alterações química ou físicas de amostras que sofreram diferentes tratamentos. Foi realizado um teste sensorial com provadores não treinados, todos os alunos ou funcionários do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional – CTDR, o teste foi realizado no Laboratório de Processamento de Alimentos. As amostras utilizadas foram suco de mangaba com sulfato ferroso, suco de mangaba com fumarato ferroso, suco de graviola com sulfato ferroso e suco de graviola com fumarato ferroso, foram utilizados 16 julgadores não treinados para cada teste, onde cada julgador recebeu dez amostras que continham concentrações diferentes (de 0 mg de ferro até 90 mg de ferro) de sulfato ferroso e fumarato ferroso e uma ficha de análise sensorial (Anexo I). Os julgadores foram brevemente orientados para a realização dos testes, com suco de graviola e de mangaba. Os provadores tiveram que analisar as amostras visualmente e separar em um único grupo as amostras que julgavam ter a mesma cor. Além disso, os provadores foram solicitados a separar os grupos com amostras de acordo com a intensidade da cor, das mais claras para as mais escuras.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1. Análise Descritiva Quantitativa

O teste de sabor foi realizado para selecionar os provadores para a realização da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). A ADQ é um método descritivo que consiste em descrever sensorialmente o produto. Ou seja, definir os atributos importantes de um alimento, como ,por exemplo, sabor, textura, odor, etc.; além de medir a intensidade com que eles ocorrem no produto em estudo, sendo necessário para estas análise equipes de no mínimo oito julgadores (MINOZZO, 2005).

A Tabela 7 apresenta as notas dos provadores selecionados no teste sensorial de sabor metálico para suco de graviola. De acordo com o critério predeterminado foram selecionados 12 provadores dos 30 iniciais. Estes apresentaram uma média de 0,5 ponto para o suco sem ferro e 5,3 para o suco com sulfato ferroso. Na Tabela 8 são apresentados as notas dos provadores não selecionados. Pode-se observar que 10 provadores atribuíram erroneamente nota maior do que 1 para o suco sem ferro. Por outro lado, outros 7 provadores foram desclassificados por terem atribuído notas abaixo de 4,0 para as duas amostras contendo ferro.

Tabela 7. Média e desvio padrão dos provadores selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de graviola

	Suco com Sulf. ferroso	Suco com Fumar. ferroso	Suco S/ ferro
Média	5,3	4,0	0,5
Desvio	2,4	2,7	0,3

Tabela 8. Nota dos provadores não selecionados no teste sensorial de sabor metálico

	Suco com Sulf. ferroso	Suco com Fumar. ferroso	Suco Sem ferro
Média	4,3	2,8	2,5
Desv. Padrão	2,79	2,41	2,68

A Tabela 9 apresenta as notas dos provadores selecionados no teste de sabor metálico para o suco de mangaba. Foram selecionados 6 provadores dos 29 que realizaram as análises. Estes provadores apresentaram uma média de 2,5 para o suco com sulfato ferroso e 5,2 para o suco com fumarato ferroso. Na Tabela 10 são apresentadas as notas dos provadores não selecionados. Entre os provadores não selecionados, 16 deles foram desclassificados por terem atribuído nota maior que 1,0 para o suco sem ferro. Outros 8 provadores foram desclassificados, pois atribuíram nota inferior a 4,0 para as duas amostras contendo ferro.

Tabela 9. Média e desvio padrão dos provadores selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de mangaba

	Suco com Sulf. ferroso	Suco com Fumar. ferroso	Suco sem ferro
Média	2,5	5,2	0,3
Desv. Padrão	1,8	1,4	0,2

Tabela 10. Média e desvio padrão dos provadores não selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de mangaba

	<i>Suco com sulf. ferroso</i>	<i>Suco com fumar. ferroso</i>	<i>Suco sem ferro</i>
Média	3,7	2,3	2,6
Desv. Padrão	2,4	2,3	1,9

A Tabela 11 apresenta notas dos provadores selecionados no teste de sabor metálico para o suco de acerola. O teste foi realizado em 30 provadores e foram selecionados 5 provadores. Estes apresentaram uma média de 3,7 para o suco com sulfato ferroso e 4,6 para o suco com fumarato ferroso. Na Tabela 12 são apresentadas as notas dos provadores não selecionados, sendo que 20 deles atribuíram nota maior que 1,0 para o suco sem ferro e outros 5 provadores foram eliminados, pois atribuíram nota inferior a 4,0 as duas amostras contendo ferro.

Tabela 11. Média e desvio padrão dos provadores selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de acerola

	Suco com Sulf. ferroso	Suco com Fumar. ferroso	Suco sem ferro
Média	3,7	4,6	0,8
Desvio	2,9	3,0	0,3

Tabela 12. Média e desvio padrão dos provadores não selecionados no teste sensorial de sabor metálico para o suco de acerola

	<i>Suco com Sulf. ferroso</i>	<i>Suco com Fumar. ferroso</i>	<i>Suco sem ferro</i>
Média	4,0	2,9	2,8
Desv. padrão	2,5	2,7	1,9

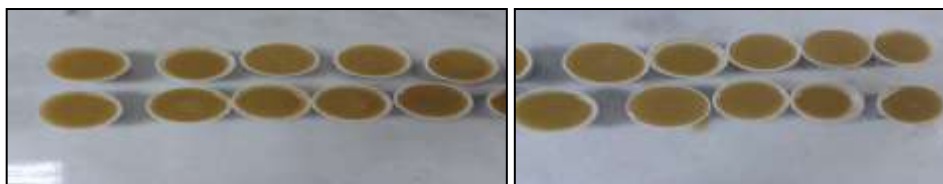
Após esse primeiro teste os provadores não se sentiram mais a vontade para realizar as análises subsequentes, tendo relatado que não tinham afinidade com o sabor do suco ou com o gosto metálico. Desta forma, decidiu-se não prosseguir com a ADQ sobre o atributo sabor metálico, e realizar a seleção de provadores para o atributo percepção visual. Assim, a avaliação das amostras foi realizada comparando-se o atributo visual a partir da análise sensorial e instrumental da cor.

Portanto, foram realizados quatro testes visuais, com os sucos de graviola e mangaba, a saber: suco de mangaba com sulfato ferroso, suco de mangaba com fumarato ferroso, suco de graviola com sulfato ferroso e suco de graviola com fumarato ferroso.

Os aspectos visuais das amostras de suco de mangaba enriquecido com sulfato ferroso e com fumarato ferroso são apresentados nas Figuras 7A e 7B. Pode-se perceber que de uma forma geral a cor amarelo-amarronzada característica do suco de mangaba foi mantida para todas as concentrações de ferro e para ambos tipos de ferro. Na análise visual de suco de mangaba enriquecido com sulfato ferroso e fumarato ferroso (Tabelas com resultados em Anexo) os provadores não seguiram uma ordem de organização das amostras de acordo com o aumento da concentração de sulfato ferroso e de fumarato ferroso. Por exemplo, os provadores número 15 e 16 não agruparam as amostras, apenas colocaram na ordem que consideravam crescente de intensidade de cor. Outra característica encontrada nas respostas foi o agrupamento de amostras com concentração de ferro muito distintas, como, por exemplo, o provador 1. Ou seja, os provadores não demonstraram habilidade de separar as amostras de acordo com a intensidade da cor e nem de agrupar as amostras que continham a mesma cor. Isto demonstra que não houve mudanças significativas na cor do suco com o aumento da concentração de ferro.

Figura 7. Amostras codificadas de suco de mangaba com ferro que foram servidas aos julgadores para a análise visual, em ordem crescente de concentração da esquerda para a direita. A) Sulfato Ferroso; B) Fumarato Ferroso

(A)



(B)



Fonte: Próprio autor

Os aspectos visuais para o suco de graviola estão apresentados na Figura 8. Pode-se observar o aparecimento da cor amarelo-acinzentado no suco de graviola com o aumento das concentrações de sulfato ferroso. Da mesma forma, aconteceu com o suco enriquecido com fumarato ferroso, que atribuiu à cor amarelo-avermelhado com o aumento das concentrações de ferro.

Figura 8. Amostras codificadas de suco de graviola com ferro que foram servidas aos julgadores para a análise visual, em ordem crescente de concentração da esquerda para a direita. A) Sulfato Ferroso; B) Fumarato Ferroso

(A)



(B)



Fonte: Próprio autor

Para o suco da graviola enriquecido com ferro, no teste de diferença da acuidade visual, foram utilizados 16 julgadores, destes foram selecionados 9 julgadores para o suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso e 14 julgadores para o suco de graviola com fumarato ferroso, estes foram capazes de avaliar as amostras de acordo com a intensidade da cor e agrupar as que continham a mesma cor, como pode ser observado nos resultados em Anexo. Estes resultados foram analisados definindo-se o valor do extremo superior de concentração de cada grupo de amostras. Assim, foram definidos quantos provadores atribuíram a mesma “nota de corte” para cada grupo de amostras (Tabela 13).

Tabela 13. Notas de corte da intensidade de cor por grupo de amostras no teste visual do suco de graviola enriquecido com fumarato ferroso.

Grupo de amostras	Resultado das notas de corte dos provadores
Grupo 1	7 provadores com nota de corte em 20 mg 4 provadores com nota de corte em 10 mg 3 provador com nota de corte em 0 mg
Grupo 2	9 provadores com nota de corte em 50 mg
Grupo 3	11 provadores com nota de corte em 90 mg

As notas de corte/grupo atribuídas pelo maior número de provadores (Tabela 13) foram selecionadas para definir-se as regiões de percepção de diferença visual como descrito a seguir.

Região 1: amostras de 0 – 20 mg; Região 2: amostras de 20 – 50 mg; Região 3: amostras de 50 – 90 mg.

Os resultados para o suco de graviola com sulfato ferroso foram analisados da mesma forma que para o fumarato ferroso, sendo determinadas as regiões de percepção de diferença visual da intensidade de cor para o fumarato ferroso como apresentado na Tabela 14. Região 1: amostras 0 – 20 mg; Região 2: amostras 20 – 40 mg; Região 3: 40 – 70 mg e Região 4: amostras 70 – 90 mg.

Tabela 14. : Notas de corte da intensidade de cor por grupo de amostras no teste visual do suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso.

Grupo de amostras	Resultado das notas de corte dos provadores
Grupo 1	6 provadores com nota de corte em 20 mg 2 provadores com nota de corte em 0 mg 1 provador com nota de corte em 10 mg
Grupo 2	6 provadores com nota de corte em 40 mg
Grupo 3	3 provadores com nota de corte em 60 mg 3 provadores com nota de corte em 70 mg
Grupo 4	5 provadores com nota de corte em 90 mg 3 provadores com nota de corte em 80 mg

Algumas discussões foram obtidas das análises sensoriais de sabor metálico e visual das amostras de suco enriquecido em ferro, como descrito a seguir.

-Os sucos de acerola e mangaba mascaram bem o sabor do ferro de forma que apenas 6 de 30 provadores foram pré-selecionados para o painel treinado para o suco de mangaba e 5 provadores para o suco de acerola. Por outro lado, para o suco de graviola, 12 provadores foram pré-selecionados.

-O suco de mangaba não apresenta variação perceptível de cor com o aumento da concentração de ferro. Isto foi observado devido o fato dos provadores não terem demonstrado habilidade de separar as amostras de acordo com a intensidade da cor e nem de agrupar as amostras que continham a mesma cor.

-O suco de graviola é o mais susceptível, dentre os estudados, às reações com o ferro, resultando em variações no sabor e cor do suco com o aumento da concentração deste micronutriente. Ainda, percebeu-se que o efeito do fumarato ferroso sobre a cor do suco foi mais

evidente, de forma que os provadores delimitaram com maior frequência os mesmos grupos de amostras.

Com base nas observações acima se procurou averiguar se alguma característica físico-química dos sucos de acerola e mangaba poderia estar influenciando no alto poder de mascarar reações com o ferro.

3.4.2 . Análises Físico-químicas das Polpas de Acerola, Mangaba e Graviola

Foram realizadas para as três polpas de frutas as análises de Brix, pH, acidez titulável e para a polpa de acerola foi realizado, também, a análise de vitamina C (Tabela 15). Nas análises físico-químicas, os resultados das polpas obtidos no laboratório demonstraram que os valores de °Brix para as polpas de mangaba e graviola não estão dentro do mínimo estabelecido pelo MAPA. Já os valores de pH e acidez estão dentro dos padrões estabelecidos.

Calculando-se a razão Brix/acidez, percebe-se que a graviola apresenta o maior valor das três frutas, sendo os valores para mangaba e acerola equivalentes. Alguns estudos revelam que a relação °Brix/Acidez tem grande influencia do estágio de maturação e palatabilidade sensorial do fruto. Assim, possivelmente a percepção de um suco mais ácido (mangaba e acerola) mascarou o sabor metálico, o que não ocorreu em um suco mais doce e com menor intensidade sensorial do sabor ácido.

A fim de entender se o sulfato ferroso reagiu com a vitamina C da polpa de acerola, foram realizadas análises com o suco puro e adicionado deste micronutriente. Os resultados da análise foi de 931,9mg de ácido ascórbico/ 100g de polpa. Não houve diferença significativa em nenhum dos parâmetros. Isto significa que o ferro não reagia com a vitamina C.

Tabela 15. Análises físico-químicas realizadas nas polpas graviola, mangaba e acerola.

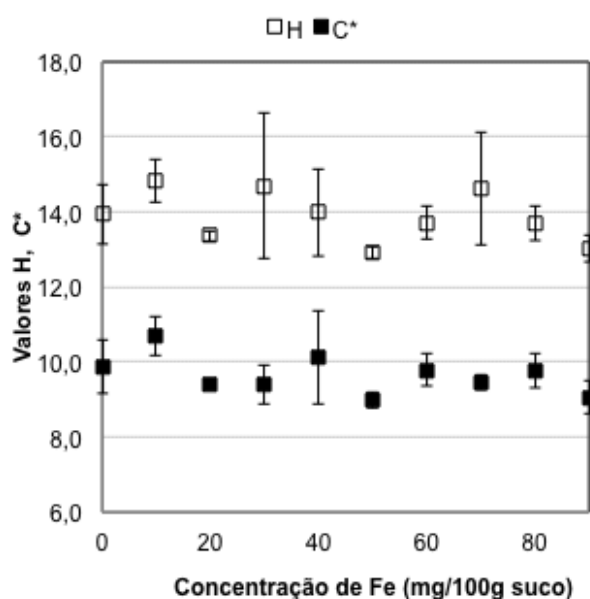
Polpa de Fruta	pH	Brix	Acidez (g ác cítrico / 100 g produto)	Razão Brix / Acidez
Graviola	3,6	7,4	0,56	13,2
Mangaba	3,5	6,0	0,83	7,2
Acerola	2,9	10,8	1,27	8,5

3.4.3 . Análise Instrumental de Cor

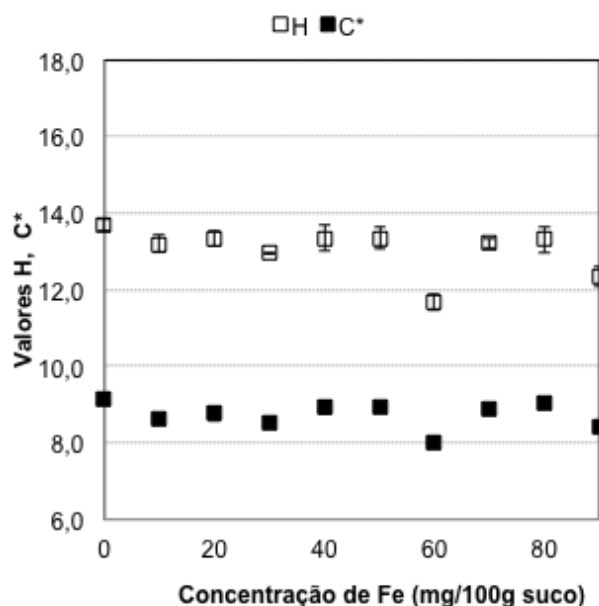
Na área de alimentos, a análise de cor é essencial na avaliação e determinação do efeito do ingrediente na cor do produto, na determinação da mudança da cor em consequência do armazenamento ou do processamento, para assegurar a consistência da cor do ingrediente. Usar instrumentos para medição de cor em alimentos é um método objetivo e bem eficaz.

As Figuras 9A e 9B apresentam os valores de H e C* do suco de mangaba enriquecido com sulfato ferroso e fumarato ferroso, respectivamente. Percebe-se nestas figuras que os sucos de mangaba, não apresentaram diferença significativa dos parâmetros de cor com o aumento da concentração de ferro para ambos os tipos de sais de ferro, confirmando os resultados da análise sensorial visual aplicada.

Figura 9. Valores dos parâmetros de cor H e C* do suco de mangaba enriquecido com ferro. A) Sulfato ferroso; B) Fumarato ferroso



(A)



(B)

Os resultados das análises instrumentais e sensoriais visuais indicam uma baixa ou nenhuma variabilidade da cor com o aumento da concentração de ferro, corroborando com a baixa percepção do sabor metálico no suco de mangaba. O suco de acerola também apresentou a média de sabor metálico baixa e em alguns testes preliminares de colorimetria, não foi observado diferença expressiva entre as amostras.

Os resultados dos testes instrumentais realizados para o suco de graviola enriquecido com os dois tipos de ferro são apresentados nas Figuras 10 e 11. Para o suco enriquecido com sulfato ferroso os valores de (a^*) variando do $-1,24$ ao $-1,78$, (b^*) variando do $-0,58$ ao $-0,02$,denotando uma tendência a coloração acinzentada (valores próximo ao zero) com o aumento das concentrações de ferro. O suco enriquecido com fumarato ferroso também apresentou parâmetros de a^* e b^* próximos a zero (tonalidade acinzentada), sendo observado neste caso um leve aumento de b (positivo) em direção ao amarelo. Os valores (a^*) variaram de $-1,20$ ao $-1,72$, e (b^*) do $-0,64$ ao $+0,56$. O valor de L não teve variação significativa com o aumento das concentrações para nenhum dos sais de ferro, assumindo um valor médio de 41. A intensidade da cor, ou Chroma, não apresentou forte aumento com a concentração de ferro.

Figura 10. Valores dos parâmetros de cor a^* , b^* , H e C^* do suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso. A) a^* , b^* ; B) H , C^* .

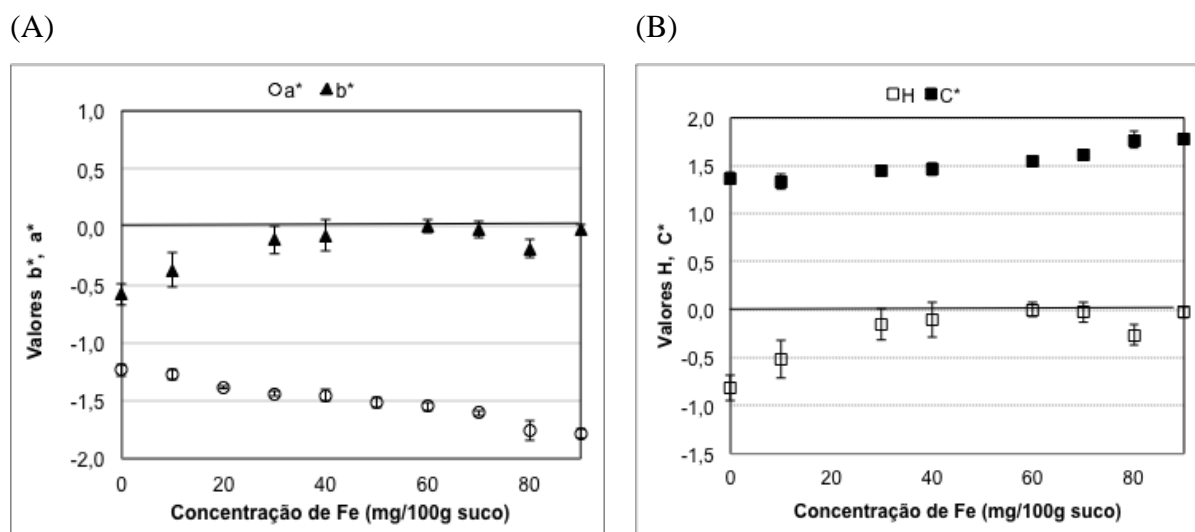
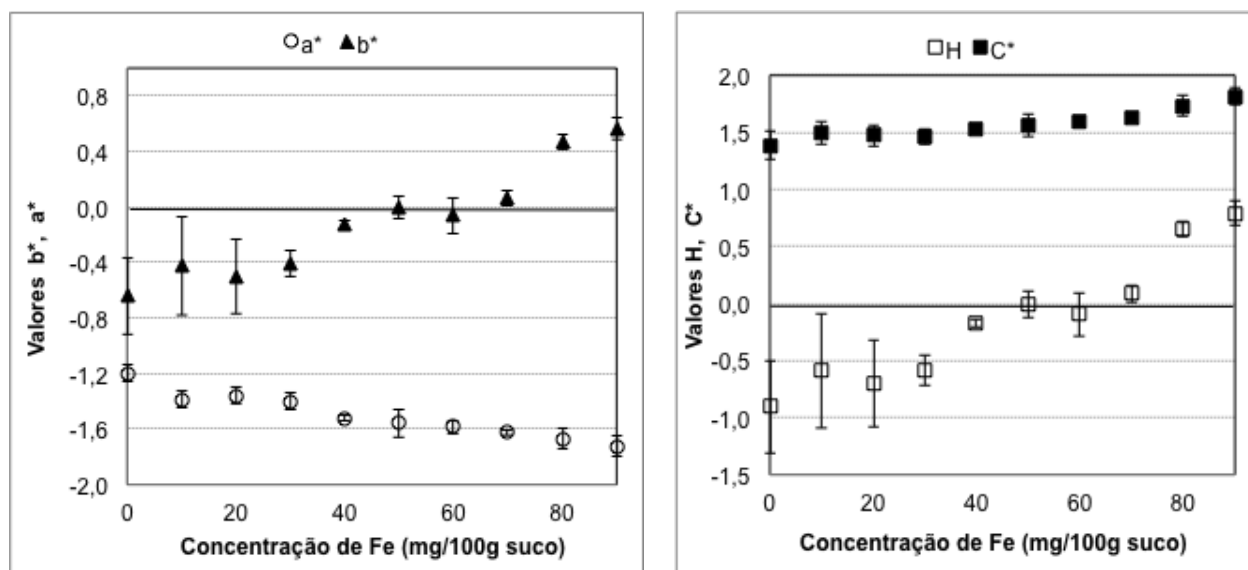


Figura 11. Valores dos parâmetros de cor do suco de graviola enriquecido com fumarato ferroso. A) a^* , b^* ; B) H , C^* .

(A)

(B)



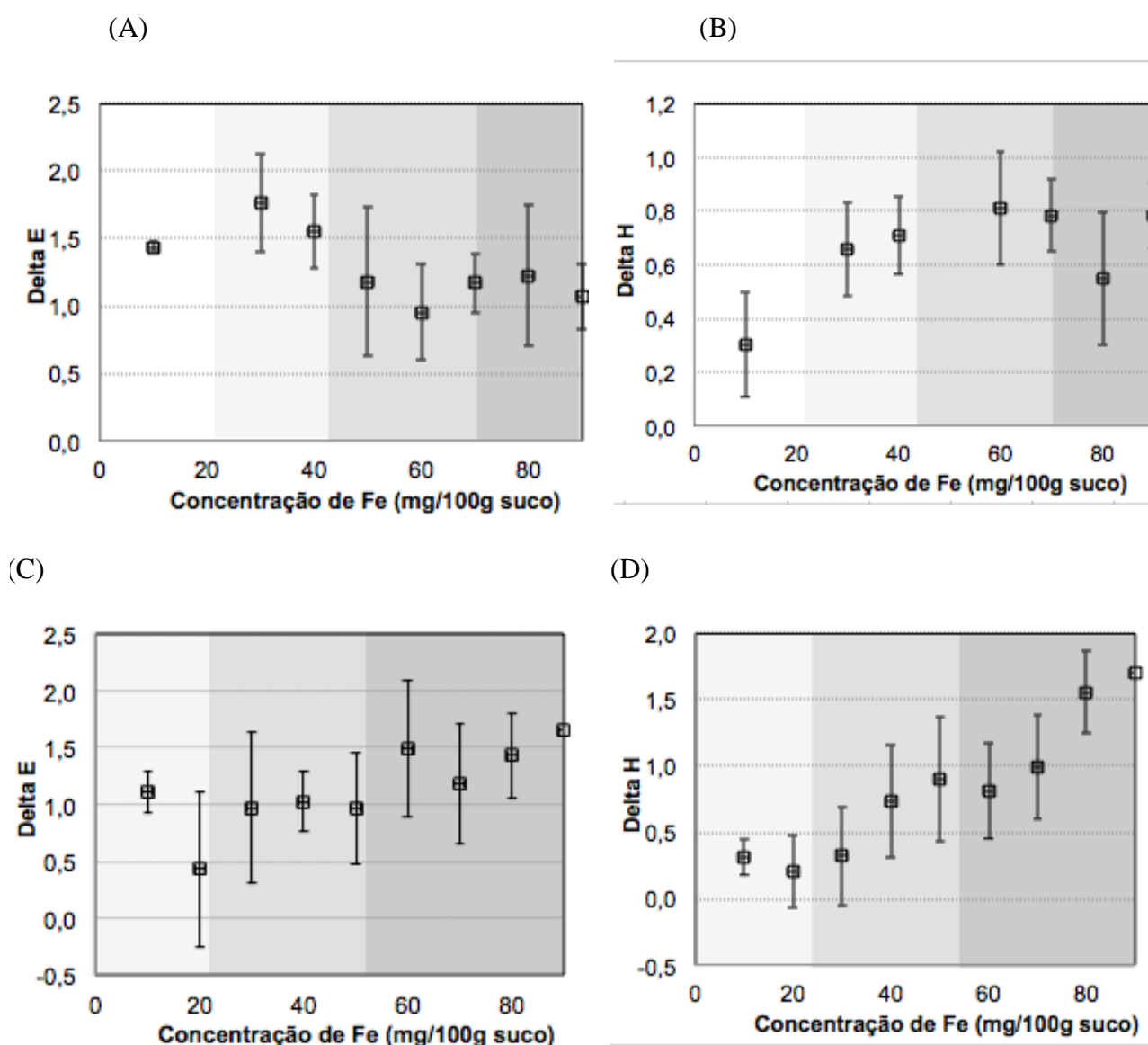
Em contraste com a análise instrumental, foi usada a análise sensorial visual, para perceber a sensibilidade do olho, já que a cor é um parâmetro que se interpreta com o cérebro, dando como resultado a interação da luz com os materiais. A comparação entre essas análises permite calcular os limites de ΔH e ΔE de percepção visual de acordo com as notas de cortes atribuídas pelos julgadores no teste visual e os valores instrumentais. A Figura 12 apresenta esta comparação do instrumental com o sensorial para suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso ou fumarato ferroso. As diferentes cores de cinza expressas nas figuras abaixo traduzem as regiões de percepção visual da mesma cor pelo painelistas. Para o sulfato ferroso, as amostras com 0mg e 10mg de concentração estão na 1ª região de percepção, as amostras com 30mg e 40mg de concentração encontram-se na 2ª região de percepção, as amostras com 60mg e 70mg encontram-se na 3ª região de percepção e as amostras com 80mg e 90mg encontram-se na 4ª região de percepção visual. Para o fumarato ferroso, três regiões foram delimitadas nas faixas de concentração de 0-20 mg, 20-50 mg e 50-90mg.

Os valores de ΔE , definem a diferença total da cor da amostra em relação ao padrão, enquanto que o ΔH explica a diferença de tom (cor propriamente dita) entre a amostra e o padrão (suco sem ferro).

Considerando-se que todos os resultados encontrados na primeira região sensorial (escalas de cinza) são sensorialmente iguais ao padrão (suco sem ferro), pode-se definir o valor limite de diferença visual para $\Delta E_{\text{sulfato}}$ como 1,5, e o valor de $\Delta H_{\text{sulfato}}$ como 0,5 (Figuras 13A e 13B). Para suco de graviola com fumarato ferroso (Figuras 13C e 13D), os limites visuais podem ser

estabelecidos para o $\Delta E_{\text{fumarato}}$ como 1,3, e o valor de $\Delta H_{\text{fumarato}}$ como 0,5. Assim, ao medir-se instrumentalmente um novo suco de graviola contendo ferro pode-se a partir do resultado instrumental de ΔE e ΔH entender se esta amostra apresenta diferença sensorial do padrão na percepção total e da tonalidade de sua cor, respectivamente. Ou seja, se o ser humano é capaz ou não de distinguir a cor de uma forma global (ΔE) ou sua tonalidade (ΔH).

Figura 12. Valores dos parâmetros de Delta E e Delta H, do suco de graviola enriquecido com ferro. A e B) Sulfato ferroso; C e D) fumarato ferroso.



Devido ao suco de graviola ter apresentado diferença global na cor ou na tonalidade com baixas concentrações de ferro, decidiu-se avaliar se o uso de ferro microencapsulado possibilitaria o enriquecimento deste suco em dosagens recomendadas para gestantes, sem causar alterações na

percepção de cor do produto. À vista disso, foram realizadas análises colorimétricas com amostras do suco de graviola, suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso encapsulado e suco de graviola com fumarato ferroso encapsulado. Para tal, utilizou-se um ingrediente comercial de sais de ferro encapsulados em matriz de gordura pelo método de recobrimento por leito fluidizado. A Tabela 16 apresenta os valores de ΔE e ΔH para sucos com ferro encapsulado ou não. O sulfato ferroso encapsulado não apresentou nenhuma melhora em relação ao produto não encapsulado. Para o fumarato ferroso pode-se perceber uma melhora dos resultados, no entanto, os valores de ΔE e ΔH são maiores do que os limites de percepção visual estabelecidos a partir da Figura 13. Os resultados demonstraram que a cápsula usada no presente estudo não foi tão eficiente ao proteger o suco contra a mudança de coloração. Experimentalmente, observou-se o aparecimento de bolhas de ar nos testes com o sulfato ferroso encapsulado, o que pode ser devido à solubilização do carbonato de cálcio contido na parede da cápsula. O carbonato de cálcio solubiliza-se totalmente em meio ácido, como o suco de graviola (pH 3,6). Assim, o resultado ruim das micropartículas testadas podem ser explicados pela liberação do ferro no suco (matriz alimentícia). Como o fumarato ferroso é menos reativo que o sulfato ferroso, possivelmente seria necessário mais tempo para uma completa liberação do composto ativo.

Tabela 16. Parâmetros de identidade e qualidade realizadas nas polpas graviola, mangaba e acerola.

Suco Enriquecido	ΔE	ΔH
Sulfato Ferroso Encapsulado	2,0	1,0
Sulfato Ferroso	2,0	0,9
Fumarato Ferroso Encapsulado	1,8	1,8
Fumarato Ferroso	2,4	3,0

3.5 Conclusão

Os provadores demonstraram maior facilidade em perceber o sabor de ferro no suco de graviola. Já os sucos de mangaba e de acerola, conseguiram mascarar bem o sabor metálico conferido pelos dois tipos de sais de ferro utilizados neste trabalho. Isto provavelmente ocorreu devido a estes sucos apresentarem uma baixa relação °Brix/acidez, sendo mais acentuado o sabor ácido do que o metálico. Sendo assim, os sucos de mangaba e acerola seriam, em princípio, viáveis

de serem enriquecidos com sulfato ferroso e fumarato ferroso em concentrações tão altas quanto 90 mg Fe/ 100 g suco, sendo ainda necessária ainda a análise de vida de prateleira do produto. No entanto, para o suco de graviola, faz-se necessário a adição de ferro microencapsulado a fim de evitar ou reduzir as alterações provocadas pelos sais de ferro testados neste trabalho. O ingrediente microencapsulado pela tecnologia de recobrimento de gordura testado neste estudo não se apresentou viável de ser aplicado ao suco de graviola, sendo, portanto necessário testar-se ingredientes produzidos por outras tecnologias de encapsulação.

CAPÍTULO II: EFEITO DE DIFERENTES POLPAS DE FRUTAS
TROPICAIS SOBRE A OXIDAÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE
MICROENCAPSULADO

4.0 Objetivos

- Identificar as polpas de fruta tropicais dentre mangaba, acerola e umbu-cajá que sejam matrizes ideais para seu enriquecimento com óleo de peixe. Ou seja, que possibilitem mascarar o sabor e aroma de peixe ou que retardem a oxidação do ômega-3.

- Desenvolver uma equipe de painel treinado em óleos nutricionais com alunos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional- CTDR.

4.1 Materiais e métodos

4.1.1 Material:

As polpas de frutas nos sabores de acerola (*Malpighiaemarginata*), mangaba (*Hancorniaspeciosa*) e umbu-cajá (*Spondias spp.*), açúcar, foram adquiridas em mercado local de João Pessoa. O óleo de peixe, microencapsulados foram doados pela empresa Funcional Mikron (Brasil). Este óleo contém 9% de ácidos graxos ácido docosahexaenóico (DHA) e eicosapentaenóico ácido (EPA). Para a realização da análise sensorial foi utilizada as proporções de 30mg, 50mg e 80mg de EPA e DHA, para cada 100 mL de suco. Para a realização da análise instrumental, foi utilizada a proporção de 31,5 mg de EPA e DHA para cada 100g de polpa.

4.1.2 Análises físico-químicas

Para as análises de sólidos solúveis (°Brix), foi utilizado um refratômetro portátil para açúcar, modelo RT-60ATCInstrutherm, (Brasil), com escala que varia de 28 a 62%. A acidez total titulável (ATT) foi determinada de acordo com a metodologia da Association of Official Analytical Chemists AOAC (1992). O pH foi obtido através do equipamento de marca pHtek – pHmetro - modelo pH5 3E.

4.1.3 Estabilidade oxidativa

As curvas termogravimétricas (TG/DTA) do óleo de peixe puro e do óleo de peixe adicionado nas polpas de frutas (31,5 mg de EPA + DHA/100g polpa) foram obtidas em um Calorímetro Diferencial de Varredura (DSC – TA Instruments, Inglaterra) acoplado com uma célula de pressão.

Os testes não-isotérmicos foram conduzidos usando cerca de 10 mg de amostra em um cadinho de platina, em atmosfera de ar, com fluxo de 700 kPa de oxigênio como gás de purga (99,5% de pureza e de volume constante), na razão de aquecimento de 10 °C min⁻¹ de 25-500 °C. Para os testes isotérmicos foram mantidas as mesmas condições de atmosfera e quantidade de

amostra, a célula foi mantida a 160 °C sob pressão até que ocorresse a reação exotérmica. A extrapolação do tempo inicial de reação (Extrapolated on Set Time), foi medido e definido como o tempo de indução de oxidação para o óleo na temperatura especificada no ensaio

4.1.4 Análise sensorial

O método utilizado para a avaliação sensorial das polpas de frutas enriquecidas com ômega-3 foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), que é a técnica de descrição sensorial mais utilizada na área de alimentos, pois permite o levantamento, a descrição e a quantificação dos atributos sensoriais detectáveis no produto, utilizando julgadores com alto grau de treinamento e análise estatística dos dados (STONE e SIDEL, 2004).

Foram utilizados 25 provadores, todos, alunos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, cada um recebeu uma ficha de seleção em anexo, onde o provador aceitava participar do painel treinado caso fosse selecionado na primeira etapa dos testes.

4.1.4.1 Capacitação da equipe

Cada provador foi capacitado individualmente, sendo que cada provador recebeu três amostras de uma solução de água com ômega-3 em diferentes concentrações, foram elas 30 mg, 50 mg e 80 mg de EPA + DHA em 100 mL de água. Todos receberam uma ficha a ser preenchida, que continha uma escala não estruturada com 9cm e 0,5 cm de margem em cada extremidade (0- extremamente imperceptível e 9 - extremamente perceptível). Os provadores foram solicitados a degustar as amostras e avaliá-las quantos aos atributos aroma de peixe e sabor de peixe.

Após a realização desse teste, foi realizada uma segunda reunião com os provadores que passaram no primeiro teste, na qual tiveram que experimentar uma das amostras com concentração não revelada, e estabeleceu-se em conjunto em qual ponto da escala aquela amostra se encontrava caracterizando assim um ponto P, para isso foi utilizada a amostra com concentração de 50 mg de EPA e DHA.

4.1.4.2 Validação de equipe

Na etapa de validação da equipe, procurou-se selecionar as pessoas com capacidade de discriminar corretamente as diferentes concentrações de soluções de óleo de peixe. Foram realizadas duas validações, onde os provadores tiveram que degustar novamente as amostras (soluções aquosas de ômega-3) e avaliá-las novamente quanto ao sabor de peixe e aroma de peixe. Cada provador recebeu três amostras codificadas, um biscoito e um copo com água. Os julgadores

foram orientados a fazer primeiro a análise do aroma e em seguida cheirar seu próprio braço entre cada amostra para anular o cheiro da amostra anterior. Para a análise de sabor, os provadores foram orientados a degustar as amostras da esquerda para a direita, e entre a degustação de cada amostra comer um pouco de biscoito e tomar água para anular o sabor da amostra anterior. Em nenhum momento, os provadores foram informados das concentrações usadas nas soluções.

A partir dos dados obtidos, cada ficha foi analisada individualmente, foi mensurado em que ponto cada julgador havia determinado para as amostras das soluções com ômega-3. Os dados foram tratados e passados para uma planilha no Excel, e foi tirada a média e o desvio-padrão de cada provador nas duas avaliações. As validações foram conduzidas em dois dias seguidos para evitar a fadiga dos provadores.

4.1.4.3 Avaliação do produto

Para a avaliação do produto, cada julgador recebeu amostras codificadas cada amostra continha suco enriquecido com 30mg de EPA e DHA/ 100 mL de suco. Esta concentração foi definida considerando-se que a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (2010) recomenda um consumo entre 200 - 300 mg DHA+EPA/dia para mulheres gestantes e amamentando. Assim, o consumo de um copo de suco (300 mL) proporcionaria 45% da quantidade de ácidos graxos polinsaturados recomendada. As análises foram realizadas no laboratório de processamento de alimentos.

O suco de fruta enriquecido com óleo de peixe foi preparado seguindo as recomendações da embalagem da polpa, que orienta utilizar 100 g da polpa e 200 mL de água, além disso, foi adicionado 30 g de açúcar. A micropartícula de óleo de peixe foi previamente dissolvida em uma pequena quantidade da água reservada para o preparo do suco. Em seguida os todos os ingredientes foram misturados no liquidificador, armazenados em garrafas de vidro e posteriormente refrigerados até que as amostras fossem servidas, não ultrapassando o tempo 30 minutos em temperatura de refrigeração.

4.5 Resultados E Discussão

4.5.1 Análise sensorial

A validação da equipe foi realizada para verificar a capacidade dos julgadores em ordenar corretamente as diferentes concentrações de óleo nutricional oferecidas aos julgadores, assim como analisar a concordância e a percepção de cada julgador e da equipe como um todo.

As Tabelas 17 e 18 apresentam os resultados das notas para os atributos aroma e sabor peixe atribuídas pelos provadores selecionados na primeira etapa dos testes sensoriais. Dos 25 provadores que realizaram o primeiro teste, 14 provadores foram selecionados para continuar no treinamento, os demais 11 provadores foram eliminados porque trocaram as amostras da extremidade, ou seja, determinaram que a amostra que continha maior concentração tinha atributos mais próximos do “Extremamente imperceptível”. Os provadores que acertaram todas as concentrações ou trocaram a amostra de concentração mediana com uma das amostras da extremidade também foram selecionados.

Desta maneira observou-se que a maioria dos provadores foram capazes de discriminar as amostras nos atributos aroma de peixe e sabor e peixe, como pode ser observado nas Tabelas 17 e 18:

Tabela 17. : Notas d/os provadores para o atributo aroma de peixe

Provadores	Amostra 30 mg ômega-3	Amostra 50 mg ômega-3*	Amostra 80 mg ômega-3
Provador 1	4,2	6	7,8
Provador 2	4,5	7,8	6,9
Provador 3	1,6	3,8	8,1
Provador 4	0,8	1,2	6,3
Provador 5	3,3	5,8	7,7
Provador 6	6,1	4,9	7,4
Provador 7	1,9	4,2	6,8
Provador 8	1,9	4,3	7,6
Provador 9	3,3	5,2	4,2
Provador 10	3,1	2,1	7,0
Provador 11	2,4	4,7	6,6
Provador 12	7,2	7,8	8,3
Provador 13	0,8	6,7	5,5
Provador 14	5,4	3,3	6,4

Média	3,29	5,07	6,90
Desvio padrão	1,96	1,93	1,09

* Células marcadas em cinza são referentes a notas erradas na amostra mediana

Tabela 18. Notas e provadores para o atributo sabor de peixe

Provadores	Amostra 30 mg ômega-3	Amostra 50 mg ômega-3*	Amostra 80 mg ômega-3
Provador 1	6,2	7,3	8,5
Provador 2	5,5	7,8	7,0
Provador 3	0,5	5,7	4,1
Provador 4	1,9	2,8	7,4
Provador 5	2,4	3,7	5,2
Provador 6	7,0	7,5	7,8
Provador 7	4,0	5,1	6,8
Provador 8	2,5	4,3	6,6
Provador 9	5,7	7,2	6,7
Provador 10	3,3	4,6	5,9
Provador 11	3,7	5,7	7,5
Provador 12	7,7	7,9	8,1
Provador 13	4,0	8,0	7,5
Provador 14	6,9	3,2	7,7
Média	4,38	5,64	6,91
Desvio padrão	2,17	1,85	1,19

* Células marcadas em cinza são referentes a notas erradas na amostra mediana

As notas marcadas em cinza significam que o provador trocou a amostra de concentração mediana com uma amostra de uma das extremidades (amostra mais concentrada ou menos concentrada). Percebeu-se que alguns provadores distribuíram as notas das três amostras ao longo de toda escala, enquanto outros provadores concentraram as três notas na parte inferior ou superior da escala. Portanto, fez-se necessário que os provadores se reunissem para entrarem em consenso sobre a nota de uma determinada amostra a ser oferecida, a fim de padronizar a nota de intensidade do atributo.

Após a primeira etapa os provadores selecionados foram reunidos e informados de que foram aprovados para fazer parte do painel treinado, e que deveriam então degustar novamente uma das amostras de concentração não revelada e marcar novamente na escala onde aquela amostra se enquadrava, feito isso todos os provadores tiveram que entrar em um consenso, discutir e marcar

em uma ficha onde aquela amostra deveria ser marcada na escala. A amostra escolhida foi a com concentração de 50mg/100 mL, mas em nenhum momento os provadores foram informados dessa concentração. Todos os provadores acordaram que no atributo aroma de peixe a notada amostra cega seria de 7,1 pontos (mais próximo do extremamente perceptível) e para o atributo sabor de peixe os julgadores determinaram o valor de 8,0 pontos.

Em seguida, os testes em duplicata foram aplicados com os julgadores selecionados, a fim de testar a repetibilidade das notas nos atributos (Tabelas 19 e 20). Verificou-se que a equipe treinada atribuiu notas semelhantes para os atributos em análise apenas para a amostra de concentração 80 mg/100 mL. Para as demais concentrações de óleo nutricional apenas metade dos provadores obtiveram um desvio padrão, entre os testes, menor do que 1, demonstrando a necessidade de repetir o treinamento com as três concentrações para que os provadores possam memorizar melhor as intensidades do atributo e sua respectiva nota na escala. No entanto, é interessante observar que as médias dos provadores para cada amostra apresentaram coerência em termos de intensidade. Considerando-se esta capacidade de separar a intensidade das amostras, e que todos os provadores atribuíram notas muito similares para a amostra de alta concentração de óleo nutricional, decidiu-se conduzir o teste com sucos enriquecidos em óleo nutricional. O objetivo deste teste preliminar com o produto foi detectar uma primeira tendência e reação dos provadores com relação às novas amostras.

Tabela 19. Teste de repetibilidade com solução de ômega-3 para o atributo aroma peixe

ID	AMOSTRA 30 mg				AMOSTRA 50 mg				AMOSTRA 80 mg			
	Teste 1	Teste 2	Média	Desvio	Teste 1	Teste 2	Média	Desvio	Teste 1	Teste 2	Média	Desvio
P1	5,5	4,4	5,0	0,5	4,2	5,5	4,9	0,7	7,1	7,1	7,1	0,0
P2	7,2	7,1	7,2	0,1	3,3	6,5	4,9	1,6	7,1	7,5	7,3	0,2
P3	7,1	3,9	5,5	1,6	7,9	5,0	6,5	1,5	6,5	7,1	6,8	0,3
P4	4,2	2,0	3,1	1,1	5,7	5,9	5,8	0,1	7,1	7,1	7,1	0,0
P5	2,7	4,6	3,7	0,9	4,5	7,1	5,8	1,3	7,1	5,7	6,4	0,7
P6	7,1	6,2	6,7	0,5	4,0	7,1	5,6	1,6	6,6	8,0	7,3	0,7
P7	2,2	1,9	2,1	0,2	1,0	2,7	1,9	0,9	7,1	7,1	7,1	0,0
P8	3,1	2,0	2,6	0,6	7,1	5,5	6,3	0,8	6,0	7,1	6,6	0,6
P9	4,2	2,5	3,4	0,9	7,1	6,2	6,7	0,5	5,6	7,1	6,4	0,8
Média			4,3				5,4				6,9	
Desvio			1,7				1,4				0,4	

*Células em cinza são referentes às notas erradas dadas às amostras

Tabela 20. Teste de repetibilidade com solução de ômega-3 para o atributo sabor peixe

ID	AMOSTRA 30 mg				AMOSTRA 50 mg				AMOSTRA 80 mg			
	Teste 1	Teste 2	Média	Desvio	Teste 1	Teste 2	Média	Desvio	Teste 1	Teste 2	Média	Desvio
P1	4,1	3,8	4,0	0,2	4,5	6,7	5,6	1,1	8,0	8,0	8,0	0,0
P2	1,0	8,0	4,5	3,5	1,4	7,5	4,5	3,1	8,0	8,2	8,1	0,1
P3	8,0	4,3	6,2	1,9	8,2	6,3	7,3	0,9	7,4	8,0	7,7	0,3
P4	3,4	3,1	3,3	0,2	5,4	5,1	5,3	0,2	8,0	8,0	8,0	0,0
P5	2,7	3,9	3,3	0,6	4,1	8,0	6,1	2,0	8,0	5,9	7,0	1,1
P6	5,7	6,9	6,3	0,6	3,6	5,8	4,7	1,1	8,0	8,0	8,0	0,0
P7	6,4	1,6	4,0	2,4	3,1	6,4	4,8	1,7	8,0	8,0	8,0	0,0
P8	6,5	1,5	4,0	2,5	8,0	8,0	8,0	0,0	5,0	6,0	5,5	0,5
P9	4,6	2,5	3,6	1,1	8,0	6,3	7,2	0,8	6,1	8,0	7,1	0,9
Média			4,3				5,9				7,5	
Desvio			1,1				1,2				0,8	

*Células em cinza são referentes às notas erradas dadas às amostras

No teste com os produtos os julgadores receberam amostras codificadas com suco de acerola, suco de mangaba e suco de umbu-cajá, todos enriquecidos com 30 mg DHA+EPA/ 100 mL suco, um copo com água para beber entre cada amostra, biscoito e a ficha de análise sensorial, que foi a mesma ficha usada para a análise dos testes em duplicata. As Tabelas 21 e 22 apresentam os resultados para os atributos de aroma e sabor de peixe, respectivamente. Os sucos de mangaba e Umbu-cajá receberam nota média de 0,9 e 0,8 para os atributos aroma e sabor de peixe. Já a polpa de acerola obteve médias de 3,7 para aroma de peixe e 4,9 para sabor de peixe.

Estes resultados preliminares indicaram que os sucos de mangaba e umbu-cajá mascararam o sabor e aroma de peixe. Por outro lado, o suco de acerola obteve médias similares a amostra de treinamento (emulsão óleo em água) com a mesma concentração de óleo (30 mg EPA+DHA/100 mL), demonstrando que este tipo de suco não aumenta e nem reduz a oxidação do óleo quando comparado com água.

É interessante notar que o óleo nutricional utilizado é comercializado na forma de pó, sendo uma micropartícula produzida por spray-dryer. Neste caso, esta micropartícula solubiliza-se plenamente em pH neutro. O fato do suco de acerola ter apresentado a mesma intensidade de sabor de peixe da amostra em água, nos indica que o óleo em pó também foi plenamente solubilizado em baixo pH, liberando o óleo em uma forma de emulsão no suco. Assim, esta micropartícula está apresentando uma função protetora ao óleo apenas durante a vida de prateleira do ingrediente, mas não quando este é aplicado ao produto. Por outro lado, os sucos de mangaba e umbu-cajá

apresentam componente(s), não identificados neste trabalho, capazes ou de mascarar o sabor/aroma de peixe ou de retardar o processo oxidativo do óleo na escala de tempo avaliada.

Tabela 21. Teste com os produtos do atributo aroma de peixe

Provadores	Acerola	Mangaba	Umbu-cajá
Provador 1	2,3	1,0	0,7
Provador 2	4,0	2,1	0,7
Provador 3	5,1	0,9	1,4
Provador 4	6,0	0,5	0,5
Provador 5	0,9	0,7	0,7
Provador 6	2,4	0,8	1,2
Provador 7	3,8	0,9	0,6
Provador 8	4,0	0,5	0,9
Provador 9	2,0	0,7	0,7
Média	3,7	0,9	0,8
DesvPad	1,3	0,5	0,3

*Células marcadas em cinza são referentes a notas erradas na amostra

Tabela 22. Teste com os produtos do atributo sabor de peixe

Provadores	Acerola	Mangaba	Umbu-cajá
Provador 1	4,6	3,0	1,1
Provador 2	5,0	1,8	0,6
Provador 3	6,9	1,1	1,3
Provador 4	4,2	0,5	0,5
Provador 5	0,9	0,7	0,7
Provador 6	1,1	0,9	0,7
Provador 7	2,1	0,7	0,8
Provador 8	4,1	0,5	0,8
Provador 9	4,1	0,6	0,6
Média	4,8	0,9	0,8
Desv Padrão	1,0	0,4	0,2

*Células marcadas em cinza são referentes a notas erradas na amostra

4.5.2 Análises físico-químicas

A Tabela 23 mostra as propriedades físico-químicas das três polpas tropicais. Acerola e umbu-cajá mostraram valores muito semelhantes para os sólidos solúveis, pH e acidez. Por outro lado, a mangaba apresentou cerca de metade dos sólidos solúveis e acidez. Rufino et al. (2010) estudaram os polifenóis extraíveis de várias polpas de frutas tropicais e os melhores métodos para quantificação de sua atividade antioxidante. A acerola mostrou teor de polifenóis extraíveis muito alto de 1063 mg \pm 53,1 mg de GAE/ 100g de prod., e seguido por mangaba 169 mg \pm 21,5 mg de GAE/ 100g de prod. e umbu-cajá 70 mg-90 mg GAE/ 100g prod. (10 vezes menor). O valor medido no presente trabalho do teor de vitamina C da polpa de acerola foi 3302 \pm 17,5 mg/100g de polpa. As outras polpas de frutas, como não são ricas em vitamina C, não foram analisadas, de modo que os valores na Tabela 24 foram obtidos a partir da literatura. Para o umbu-cajá a variação de vitamina C é entre 3,8 a 16,4 (FILGUEIRAS et al., 2000) e para a mangaba o valor é de 190 (RUFINO et al., 2010), ambos em mg de ácido ascórbico/ 100g de polpa.

Tabela 23. Análises físico químicas realizadas nas polpas de frutas

Propriedade	Acerola	Umbu-cajá	Mangaba
°Brix	10.8	12.8	6.0
Ph	2.9	2.6	3.6
Ac. titulável (g ác. cítrico/100 g prod.)	1.27	1.56	0.83

4.5.3 Análise Instrumental de oxidação do óleo nutricional

No presente trabalho, a estabilidade oxidativa do óleo de peixe microencapsulado incorporado em diferentes matrizes de frutas foi acessada por meio de calorimetria diferencial de varredura, medindo-se as temperaturas iniciais de oxidação e os tempos de indução à oxidação a uma determinada temperatura (Tabela 25, Figuras 14 e 15). O perfil da curva calorimétrica de temperatura do óleo incorporado na polpa de mangaba apresentou diversos picos exotérmicos acima de 225 °C. Soares e colaboradores (2012), anteriormente descreveram comportamento semelhante. Estes autores explicaram que o primeiro pico da curva de DSC num método não-isotérmico pode ser interpretado como a formação de peróxidos e os outros picos como decomposição do material ou outros processos oxidativos.

A Figura 13 mostra que a temperatura inicial de oxidação do óleo de peixe incorporado na polpa de mangaba foi de 225°C. A temperatura inicial foi obtida pela temperatura à qual a taxa de oxidação acelera desde zero até um máximo, no início de um pico exotérmico. A Tabela 25 indica que as temperaturas de início de oxidação variavam entre 184-224 °C, sendo o menor valor encontrado para óleo micro encapsulado em pó. Isto indica que o óleo encapsulado apresenta maior estabilidade quando incorporado nas polpas de frutas. As curvas de PDSC no modo dinâmico para as polpas de acerola e umbu-cajá encontram-se no Anexo.

Figura 13. Curva PDSC dinâmica de temperatura de oxidação do óleo de peixe na polpa de mangaba.

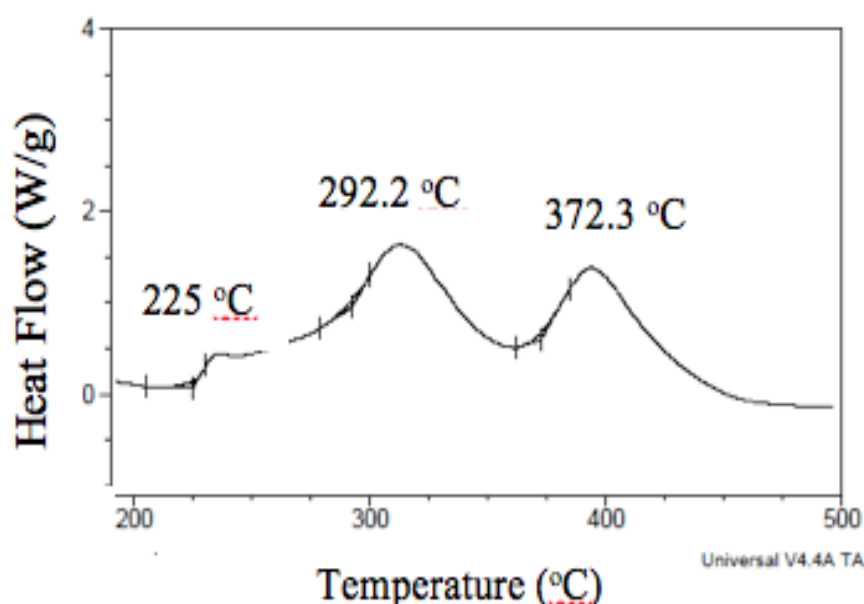


Tabela 24. Temperatura de oxidação e tempo de indução oxidação a 160 °C de micropartículas de óleo de peixe puro ou incorporado em polpas de frutas.

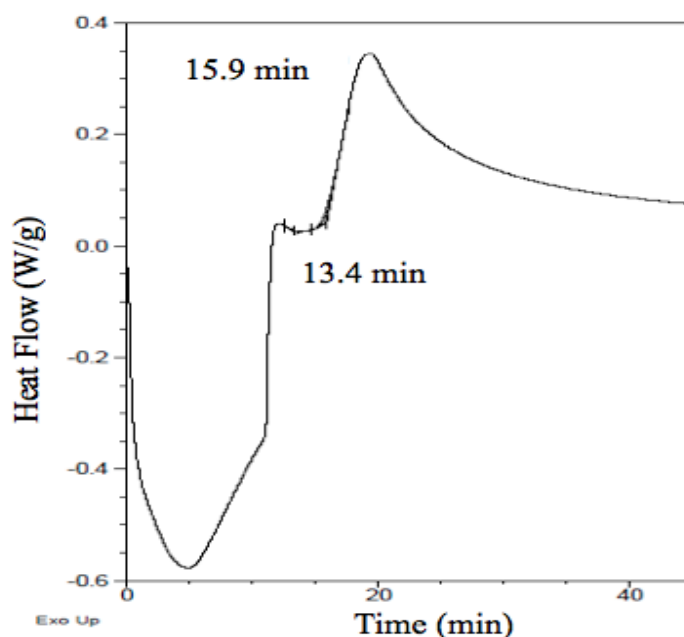
Amostra	Temperatura de oxidação (°C)	Tempo de indução da oxidação (min) a 160 °C
Óleo de peixe microencapsulado (pó)	184	15
Polpa de acerola com Óleo de peixe microencap.	204	21

Polpa de Umbu-cajá com Óleo de peixe micro encap.	215	67
Polpa de mangaba com Óleo de peixe micro encap.	224	110

As análises de PDSC isotérmicas foram realizadas a uma temperatura de 160 °C (todas as curvas em anexo), por ser uma temperatura mais baixa do que todas as temperaturas de início de oxidação (Tabela 24).

Os testes realizados para PDSC óleo de peixe microencapsulado em polpa de fruta a 160 °C mostraram um aumento do tempo de indução à oxidação em comparação com a ômega-3 microencapsulado em pó (Tabela 24). Os tempos de indução variaram de 21 minutos a 110 minutos quando o óleo estava incorporado na polpa. Os tempos de indução oxidativa obtidos para as amostras analisadas podem ser utilizados como parâmetros indicativos da resistência do óleo de peixe microencapsulado à decomposição oxidativa. Em uma mesma temperatura, as amostras com tempos de indução mais longos são mais estáveis. Entre as polpas testadas, a mangaba apresentou o maior tempo de indução com 110 min., ou seja, foi a que trouxe maior estabilidade para o óleo de peixe. Por outro lado, o óleo apresentou menor estabilidade na polpa de acerola, com tempo de indução de 21 min. Comparando-se os valores de tempo na Tabela 24, percebe-se que as polpas conferiram maior estabilidade oxidativa ao ômega-3. Visto que o tempo de indução oxidativa do ômega puro foi bem menor que o tempo de indução do óleo inserido na polpa.

Figura 14. Curva PDSC isotérmica de óleo de peixe microencapsulado (ingrediente em pó)



4.6 Conclusão

Os julgadores da análise sensorial foram selecionados e treinados com uma emulsão de óleo de peixe em água a fim de conseguir identificar no produto os atributos de sabor e aroma de peixe, que são típicos de óleo nutricionais contendo DHA e EPA oxidados. O painel treinado avaliou três polpas de fruta contendo 30 mg DHA+EPA/ 100 g suco, tendo apresentado como resultado que os sucos de mangaba e umbu-cajá mascaravam o sabor e aroma de peixe enquanto que a polpa de acerola apresentava intensidade destes atributos similares à emulsão de óleo em água. As análises instrumentais de calorimetria corroboraram com esses resultados. As análises de tempo de indução oxidativa indicaram que polpas de fruta conferiram maior estabilidade oxidativa ao ômega-3 na seguinte sequência: mangaba > umbu-cajá > acerola. Portanto, o resultado instrumental indica que na realidade as polpas de mangaba e umbu-cajá atuaram como antioxidantes e não com um mero efeito sensorial de mascarar o sabor de peixe.

5.0 CONCLUSÕES GERAIS

5.1 Conclusão:

Os sucos de acerola e mangaba mascaram bem o sabor do ferro, o que foi atribuído à baixa relação °Brix/acidez destas polpas. Possivelmente, a alta percepção sensorial do gosto ácido destas polpas sobrepôs a percepção do sabor metálico causado pelos sais de ferro. O suco de mangaba não apresentou variação perceptível sensorialmente de cor com o aumento da concentração de ferro. Instrumentalmente, este resultado foi confirmado.

Por outro lado, o suco de graviola foi o mais susceptível às reações com o ferro, resultando em variações no sabor e cor do suco com o aumento da concentração deste micronutriente. Então, para o suco de graviola, testou-se o enriquecimento com micropartículas de ferro cobertas com gordura. Os resultados demonstraram que a cápsula usada no presente estudo não foi tão eficiente ao proteger o suco contra a mudança de coloração. Experimentalmente, observou-se o aparecimento de bolhas de ar nos testes com o sulfato ferroso encapsulado, o que pode ser devido à solubilização do carbonato de cálcio contido na parede da cápsula. Assim, será necessária em futuros trabalhos a realização de novas análises testando outros tipos de microcápsulas para aplicar à polpa.

Para as polpas enriquecidas com óleo de peixe rico em ômega-3, as análises, sensorial e de estabilidade oxidativas, foram eficazes para avaliar a viabilidade do fortalecimento das polpas de frutas regionais com ômega-3, visto que as polpas que tiveram o maior tempo de período de indução foram as que melhor mascaram o sabor e aroma de peixe no produto, conferindo desta maneira maior estabilidade oxidativa ao óleo de peixe.

A formação do painel treinado foi um fator determinante para os resultados da análise sensorial deste trabalho, visto que após o treinamento com a solução de água com ômega, os julgadores foram capazes de discernir as diferentes concentrações de óleo no suco. Dessa maneira os julgadores do painel, determinaram que as polpas de mangaba e umbu-cajá receberam dos julgadores as notas 0,9 e 0,8 para os atributos de aroma e sabor de peixe respectivamente, significando sabor e aroma extremamente imperceptíveis. A polpa de acerola recebeu as notas de 3,7 e 4,9 para os atributos aroma e sabor respectivamente, mostrando que sensorialmente as polpas de mangaba e umbu-cajá foram eficazes ao mascarar o sabor e aroma de peixe.

Para analisar se as polpas eram capazes de mascarar o sabor e aroma de peixe ou retardar a oxidação por meio de seus antioxidantes naturais, foi realizada a análise PDSC, onde os resultados corroboraram com os resultados determinados pelos julgadores do painel treinado. As polpas de mangaba e umbu-cajá apresentaram os maiores tempos de indução oxidativa, sendo 110 min. e 67

min., respectivamente. Isto significa que estas polpas são matrizes alimentícias que conferem maior estabilidade oxidativa para o óleo de peixe, possivelmente devido a seus antioxidantes naturais, tornado sua fortificação viável. Entretanto a polpa de acerola apresentou o menor tempo de indução para o óleo de peixe mostrando que a fortificação com óleo de peixe nesta polpa não é tão viável, visto que sensorialmente também não foi capaz de mascarar o sabor e aroma de peixe.

Assim, este trabalho demonstrou que é viável tecnologicamente enriquecer polpas de acerola e mangaba com sais de ferro que apresentem alta biodisponibilidade, como sulfato ferroso e fumarato ferroso, em dosagens que proporcionem 100% das necessidades diárias de gestantes recomendadas pelo Ministério da Saúde, quando um copo (300 mL) de suco de fruta for consumido. Também é viável tecnologicamente enriquecer as polpas de mangaba e umbu-cajá com óleo de peixe microencapsulado por spray-dryer em uma dosagem de 30 mg DHA+EPA/100 g suco, a qual oferece 50% da dosagem recomendada pela Organização Mundial de Saúde por dia para gestantes.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros:

O presente trabalho foi de viabilidade tecnológica para incorporação de ingredientes ativos em polpas de frutas. Alguns tópicos ainda ficaram em aberto e outros são uma sequência natural deste estudo. Os principais pontos para trabalhos futuros estão descritos abaixo:

- Continuar o treinamento do painel do CTDR para os atributos sabor e aroma de peixe e sabor metálico;
- Avaliar a aceitação sensorial das polpas de frutas de acerola e mangaba enriquecidas com ferro e umbu-cajá e mangaba enriquecidas com óleo de peixe.
- Testar a viabilidade de enriquecimento das polpas com outras micropartículas de ferro e óleo de peixe disponíveis comercialmente, as quais podem ter um melhor resultado do que as micropartículas testadas no presente trabalho
- Desenvolver um processo de incorporação dos compostos ativos na polpa antes de seu congelamento, e avaliar o impacto do processo e da vida de prateleira sobre o produto.
- Identificar quais compostos bioativos das polpas de mangaba e umbu-cajá que atuaram como antioxidantes naturais sobre o óleo de peixe.

REFERÊNCIAS

Agência da Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/mangaba/arvore/CONT000fmnvf59a02wyiv80txmlehtfkcqk.html>>. Acessado em 12/12/2014

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_polpa.htm>. Acessado em: 11/12/2014.

Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 31, de 13 de Janeiro de 1998. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/31_98.htm. Acessado em: 10/03/2015.

AIRES, Georgiana Savia Brito. **Treinamento de um painel de estudantes para julgamento de qualidade sensorial de leite fluido**. 2002. 149p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=1856>. Acesso em: 8 set. 2014.

ALMEIDA, C.A.N.; CROTT, G.C.; RICCO, R.G.; CIAMPO, L.A.D.; DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; CANTOLINI, A. 2003. Control of iron-deficiency anemia in Brazilian preschool children using iron fortified orange juice. **Nutrition Research**, 23:27-33.

ALMEIDA, Flavia Queiroga Aranha de. **Ação antioxidante da vitamina E sobre a oxidação lipídica sérica e hepática de ratos wistar suplementados com ácidos graxos poliinsaturados omega-3**. 2003. 137p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=624>. Acesso em: 30 nov. 2014.

Alto, v.5, p.365-390, 1985.

ARSHDY, J. Microcapsule for J. Microencapsul., v.10, p 413- 435, 1993.

AZEREDO, H.M.C.; Encapsulação: Aplicação à Tecnologia de Alimentos. **Alim. Nutri.**, Araraquara. v.16, n.1, p.89-97, jan./mar. 2005.

Batycky R P, Hanes J, Langer R E, Edwards D A (1997). A theoretical model of erosion and macromolecular drug release from biodegrading microspheres. **Journal of Pharmaceutical Science** 86:1.464-1.477.

BELADA, M.C.R. e CAMPOS, M.A.P. 1991 Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 11: 5-33.

Berger, K. G.; Hamilton, R. J. Em *Developments in Oils and Fats*; Hamilton, R. J., ed.; **Chapman & Hall**: London, 1995, cap. 7

BERNARDI, S. Funcionalidade de própolis livre e microencapsulada em salame tipo italiano. 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Cultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Berset, C.; Cuvelier, M. E.; *Sciences des aliments* 1996, 16, 219

BRAGA SOBRINHO, R.; MESQUITA, A.L.M.; HAWERROTH, F.J.; SILVA, K.S.; KAVATI, R. **Identificação e monitoramento de pragas na produção integrada da gravioleira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 26p. (Documento, 142).

BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 3 ed. Natal. Universitária UFRN, 1960. 540 p.

BRAGANTE, A.G., Fabricação de polpa e néctar de frutas - 2009

BRASIL. Ministério da Saúde, agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasil. Ministério da Saúde, 1018p. 2005.

Brunken GS, Szarfarc SC - Anemia ferropriva em pré-escolares: conseqüências, formas de controle e histórico das políticas nacionais de redução da deficiência. **CadNutr** 1999; 17: 1-19.

BUENO, S. M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.

CÁCERES, M. C. Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do “blend” misto a base de polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e uso de beterraba (*Beta vulgaris*). Campinas, 2003, 107 f. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

Cardiol., 22(supl. II): 40-43.

CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W.; LEDO, C.A.S. Características Morfológicas, Físicas e Químicas de Frutos de Populações de Umbu-cajazeiras no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.1, p. 140-147, 2008.

CASTELO-BRANCO, Vanessa Naciuk e TORRES, Alexandre Guedes. Capacidade antioxidante

total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. **Rev. Nutr.** [online]. 2011, vol.24, n.1, pp. 173-187. ISSN 1415-5273. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732011000100017>.

CHAIYASIT W, ELIAS RJ, MCCLEMENTS DJ, DECKER EA. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. **CritRevFoodSciNutr.** 2007; 47:299-317. doi: 10.1080/10408390600754248.

Clauss, J.; Óleos&Grãos 1996, 5, 31

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). PESQUISA de orçamentos familiares 2008-2009: tabelas de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

COLTRO, L.; BURATIN, A. E. P. Garrafas de PET para óleo comestível - avaliação da barreira à luz. *Polímeros*. v.14, n.3, p. 206-211, 2004.

CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 8., 2006, Brasília, DF. Anais... Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

COSGROVE, J. P.; CHURCH, D. F.; PRYOR, W. A.; *Lipids* 1987, 22, 299.

DALTON, A; WOLMARANS, P; WITTHUHN, RC; et al. **A randomised control trial in schoolchildren showed improvement in cognitive function after consuming a bread spread, containing fish flour from a marine source.** *Prostaglandins LeukotEssent Fatty Acids*, 80:143–9, 2009.

DARY, O.; FREIRE, W.; KIM, S. (2002). Iron Compounds for Food Fortification: Guidelines for Latin America and the Caribbean 2002. ***Nutrition Reviews*** , Vol. 60, No. 7

Empresa Brasileira de Sistema Agropecuária - Sistemas de Produção. Disponível em: <<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/artigo.php?op=6&i=19&si=82&ar=2281>>. Acessado em: 29/12/2014.

ESTERBAUER, H. Cytotoxicity and genotoxicity of lipid-oxidation products. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v.57, n.5, p.S779-S786, 1993. Supplement.

EVANGELISTA, R.M.; VIEITES, R.L. Avaliação da Qualidade de Polpa de Goiaba Congelada, Comercializada na Cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 2006.

FALKINGHAM, M; ABDELHAMID, A; CURTIS, P; et al. **The effects of oral iron supplementation on cognition in older children and adults: a systematic review and meta-analysis.** *Nutr*, 9:4, 2010

FANGER, G.O. Microencapsulation: A brief history and introduction. In: *Microencapsulation: Processes and applications*. VANDEGAER, J.E. ed Plenum Press, New York, p.1-20, 1974.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 103-112, abr./jun. 2008.

FERNANDES, M. de S.; TOFANELLI, M.B.D.; CARRIJO, N.S.; MARTINS FILHO, O.B. **Resultados do levantamento do volume comercializado e perdas de produtos hortifrutigranjeiros no mercado varejista de Mineiros-GO.** Mineiros: Fimes/Indep, 2006. 81p. (Relatório de Pesquisa)

FRANKEL, E.N. Lipidoxidation. *Progress in Lipid Research*, v.19, n.1/2, p.1-22, 1980

FRANKEL, E.N.; HUANG, S.W. Improving the oxidative stability of polyunsaturated vegetable oils by blending with high oleic sunflower oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.71, n.3, p.255-259, 1994.

GARCIA, W. Souza.; SANTANA, A. C.; CHAVES, S. F.; Mayara S. P.; FREITAS D. R. **Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA Amazônia Oriental/ 2008.**

GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS**, 1992, Cruz das Almas. Anais... Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993. p.13-27.

GIBBS, B.F.; KERMASHA, S.; ALLI, I.; MULLIGAN, C.N. Encapsulation in the food industry: a review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 50, p. 213-224, 1999.

GIBBS, F. et al Encapsulation in the food industry: a review. *Int. J. Food Sci. Nutr*, v.50, p.213-49.

GOODWIN J.T.; SOMEVILLE G.R. Physical methods for preparing microcapsules in: *Microencapsulation: Processes and applications*. VANDEGAER, J.E. ed Plenum Press, New York, p. 1-20, 1974..

GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Food**

Science and Technology, v. 15, p. 330-347, 2004.

GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation: a review. **Journal of American Oil Chemists' Society**, v.55, p.539-546, 1978.

GUEDES, M.C. Antocianinas: pigmento natural ou remédio? **Revista Científica do IMAPES**, v.2, p. 71-74, 2004.

HALLIWELL, B., CHIRICO, S. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.57, n.5, p.S715-S725S, 1993. Supplement.

HALLIWELL, B.; MURCIA, M. A.; CHIRICO, S.; ARUOMA, O. I.; Crit. Rev. **Food Sci. Nutr.** 1995, 35, 7.

HAMMOND, E. G.; GLATZ, B. A. Em Food Biotechnology; Kling, R. D.; Cheetham, P. S. J., eds.; **Elsevier Publishers Limited**, 1988, vol. 2, p. 173- 217

HARRIS, W.S. 1999 Nonpharmacologic treatment of hypertriglyceridemia: focus on fish oils. **Clin.**

HAUMANN, B.F. Health implications of lipid oxidation. *Inform*, v.4, n.7, p.800-810, 1993.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KLUGE, R.A.; FACHINELLO, J.C. Adubação em pomares: métodos de quantificação das doses de fertilizantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 161-169, 1996.

ISAAC, V.; CHIARI, B. G.; MAGNANI, C.; CORRÊA, M. A. **Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos**. *Revista Ciênc. Farm. Básica Apl.*, 2012. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/viewFile/2268/1321>.

Acessado em: 10/03/2015.

JIZOMOTO, H.; KANAOKA, E.; SUGITA, K.; HIRANO, K. Gelatin-Acacia microcapsules for trapping micro oil droplets containing lipophilic drugs and ready disintegration in the gastrointestinal tract. **Pharmaceutical**

KAREL, M.; ANGER, . Controlle release of food aditves. In: RSCH, .J; REINCUS, G.A Flavor encapsulation. Washington, DC: AS198. P2-36.

KENNEDY, DO; JACKSON, PA; ELLIOTT, JM; et al. Cognitive and mood effects of 8 weeks' supplementation with 400 mg or 1000 mg of the omega-3 essential fatty acid docosahexaenoic acid (DHA) in healthy children aged 10-12 years. **NutrNeurosci**, 12:48-56, 2009.

- KIRBY, A; WOODWARD, A; JACKSON, S; et al. A double-blind, placebo-controlled study investigating the effects of omega-3 supplementation in children aged 8-10 years from a mainstream school population. **Res DevDisabil**, 31:718–30, 2010.
- KIRK, J.R. Biological availability of nutrients in processed foods. **Journal of Chemical Education**, v.61, n.4, p.364-367, 1984.
- KRUIF, C.G.; WEINBRECK, F.; VRIES R. Complex coacervation of proteins and anionic polysaccharides. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v.9, p.340-349, 2004.
- KUBOW, S.; **Nutritions Reviews** 1993, 51, 33
- Leal, I.M.; Gonzaga, L.N.; Oliveira, J.R.P.; et al. A cultura da Acerola. Brasltura da Acerola. .N110 p. (Coleção Plantar).
- LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, v. 76, n. 1, p. 69-75, 2002.
- LIMA, E.D.P.A.; LIMAC.A.A.; ALDRIGUE,M.L.; GONDIM, P.S. Caracaterização física de química dos frutos da umbu-cajazeira (spondias spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p. 338-343, 2002.
- LIN, D.S.; CONNOR, W.E.; WOLF, D.P.; NEURINGER, M.; HACHEY, D. L. 1993 Unique lipids of primate spermatozoa: demo sterol and docosahexaenoic acid. **J. Lipid Res.**, 34: 491-499.
- LIRA JUNIOR, J.S.; MUSSER, R.S.; MELO, E.A.; et al.; Caracterização física e fisico-química de frutos de cajá- umbu (spondias spp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 757-761, 2005.
- LYNCH, S.R. 2005. The impact of iron fortification on nutritional anaemia. **Best Practice & Research Clinical Haematology**, 18(2):333-346.
- MACÊDO, M.H.G.; Mangaba- Fruto Conjuntura. Companhia Nacional de Abastecimento, 2012. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_17_16_38_30_conjunturamangaba_marco_2012.pdf>. Acessado em:12/12/2014.
- MATTA, V. M.; FREIRE JÚNIOR, M.; CABRAL, L, M. C.; FURTADO, A. A. L. Polpa de fruta congelada. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 35 p. (Coleção Agroindústria Familiar).
- MELLENA, M.; VAN BENTHUM, W.A.J.; BOER, B.; VON HARRAS, J.;VISSER,
- MELO, E.A. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**,

USP, v.44, n. 2, p. 193-201, abril/junho, 2008.

MERTINS, O.; SEBBEN, M. ; SCHNEIDER, P. H.; POHLMANN, A. R.; da Silveira, N. P. **Quim. Nova** 2008, 31, 1856.

Microencapsulation, vol. 23, p. 729-740, 2006.

Ministério da Agricultura. Disponível em:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:R92wUbtBQ5gJ:www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>.

Acessado em: 11/12/2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília, 2013.

MUTHAYYA, S; DWARKANATH, P; THOMAS, T; et al. The effect of fish and omega-3 LCPUFA intake on low birth weight in Indian pregnant women. **Eur J Clin Nutr**, 63:340–6, 2009.

MUTHAYYA, S; EILANDER, A; TRANSLER, C; et al. Effect of fortification with multiple micronutrients and n-3 fatty acids on growth and cognitive performance in Indian school children: the CHAMPION (Children's Health and Mental Performance Influenced by Optimal Nutrition) Study. **Am J Clin Nutr**, 89:1766–75, 2009.

NARAIN, N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M.S.; Volatile compounds captured through purge and trap technique in caja-umbu (*Spondias* sp.) fruits during maturation. **Food Chemistry**, v. 102, p. 726-731, 2007.

NASCIMENTO, L. F. R. **Ácidos graxos ômega-3 induzem neurogênese predominantemente de células que expressam POMC no hipotálamo**. 2014. 88 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Campinas, SP.

NAWAR, W.W. Lipids. In: FENNEMA, O.R. **Food chemistry**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 1985. p.176.

NEIRO, E. S. et al. Análise de cor para discriminação de seis variedades de cana de açúcar em quatro épocas de colheita no ano. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, p. 1-8, 2013. NORI, M. A. Ingredientes e aditivos microencapsulados na indústria de alimentos. Engenharia de Alimentos, setembro, p. 33-35, 1996.

NEUMAN, N.A.; TANAKA, O.Y.; SCZARFARC, S.C.; GUIMARÃES, P.R.V.; VICTORIA, C.G. 2000. Prevalência e fatores de risco para anemia no sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**,

34(1):56-63.

NEURINGER, M.; CONNOR, W.E.; LINS, D.S.; BARSTAD, L.; LUCK, S. 1986 Biochemical and functional effects of prenatal and postnatal omega-3 fatty acid deficiency on retina and brain in rhesus monkeys. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 83: 4021-4025.

NORONHA, J. F. **Apontamentos de Análise Sensorial. Análise Sensorial- Metodologia**. Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003. Disponível em: <http://www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf>. Acessado em: 10/03/2015.

O.B.**Resultados do levantamento do volume comercializado e perdas de produtos hortifrutigranjeiros no mercado varejista de Mineiros-GO**. Mineiros: Fimes/Indep, 2006. 81p. (Relatório de Pesquisa)

OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOZA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. das G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, 1999

OSENDARP, SJ; BAGHURST, KI; BRYAN, J; et al. Effect of a 12-mo micronutrient intervention on learning and memory in well-nourished and marginally nourished school-aged children: 2 parallel, randomized, placebo-controlled studies in Australia and Indonesia. **Am J Clin Nutr**, 86:1082–93, 2007.

PETINARI, RICARDO ALESSANDRO and TARSITANO, MARIA APARECIDA ANSELMO. Análise econômica da produção de acerola para mesa, em Jales-SP: um estudo de caso. **Rev. Bras. Frutic.** [online]. 2002, vol.24, n.2, pp. 411-415. ISSN 0100-2945. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452002000200026>.

PHILIPPI, S.T. Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição. Barueri, SP: Manole, 2008.

PINTO, A.C. de Q.; GENU, P.J.C. Contribuição ao estudo técnico-científico da graviola (*Annonamuricata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura/EMPASC, 1984. v.2, p.529-546.

Portal da Educação. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/nutricao/artigos/27067/rancificacao-de-oleos#ixzz3NCm2iuX0>>. Acessado em: 28/12/2014

POTHAKAMURY, U.R.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Fundamental aspects of controlled release in foods. **Trends in Food Science and Technology**, v.6, p. 397- 406, 1995.

PSZCZOLA, D. Encapsulated ingredients: providing the right fit. **Food Technology**, v.52, n.12, p.70-77, 1998.

Research, v. 10, n.8, p.1115-1122, 1993.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S.P., Cultivo tropical de fruteiras. Acerola. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.32, n. 264, p.17-25. Set./out. 2011. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54086/1/Acerola-RITZINGER-Rogério.pdf>>. Acessado em: 14/03/2015

SEVANIAN, A., HOCHSTEIN, P. Mechanisms and consequences of lipid eroxidation in biological systems. **Annual Reviews of Nutrition**, Palo Alto, v.5, p.365-390, 1985.

SHAHIDI. F; HAN, X. Encapsulation of food ingredients. Critical Reviews in **Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.

Silva, F. A. M.; Borges, M. F. M.; Ferreira, M. A.; **Quim. Nova** 1999, 22, 94.

Sociedade Brasileira de Química. Disponível em:<<http://qnint.sbq.org.br/qni/>>. Acessado em: 19/12/2014

SOUZA, F.G. Qualidade pós- colheita de mangabas (*Hancorniaspeciosa* GOMES) oriundas do Jardim Clonal da Emepa-PB. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

SPARKS, R.E. Microencapsulation. In “**Encyclopedia of Chemical Technology**” ed. Kirk-Othemer. 3rd ed. v.15, p.470. John Wiley and Sons, Inc., New York, 1981.

St. ANGELO, A.J. Lipid oxidation in foods. Critical Reviews in **Food Science and Nutrition**, v.36, n.3, p.175-224, 1996.

THORNTON, K., MORA-PLAZAS, M; MARÍN, C; et al. Vitamin A deficiency is associated with gastrointestinal and respiratory morbidity in school-age children. **JNutr.** 2014 Apr;144(4):496-503. doi: 10.3945/jn.113.185876. Epub 2014 Feb 5.

TICHELAAR, HY; SMUTS, CM; KVALSVIG, JD; et al. Randomised study of cognitive effects of omega-3 fatty acid supplementation in undernourished rural school children. **S Afr J Clin Nutr**, 13:100 (abstr), 2000.

TOLEDO, M. C. F.; ESTEVES, W.; HARTMANN, E. M.; *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 1985, 5, 1.

WANG, F-S., JIANG, Y-N., LIN, C-W. Lipid and cholesterol oxidation in Chinese-style sausage

using vacuum and modified atmosphere packaging. **Meat Science**, Essex, v.40, n.1, p.93-101, 1995.

WAX, A. Encapsulation of water-soluble compounds for application in foods. **Journal of**

WIELAND-BERGHAUSEN S., SCHOTE U., FREY M., SCHMIDT F Comparison of microencapsulation techniques for the water-soluble drugs nitenpyram and clomipramine HCl. **Journal of Controlled Release**, v. 85, n. 1-3, p. 35–43, 2002.

ZIMMERMANN M. B., ZEDER C., CHAOUKE N., SAAD A., TORESSANI T., HURRELL RF. Dual fortification of salt with iodine and microencapsulated iron: a randomized, double blind, controlled trial in Moroccan school- children. **Am J ClinNutr** 2002;in press

ANEXO A

FICHA DA ANALISE SENSORIAL

Nome: Data:.....

Você está recebendo 10 amostras codificadas. Por favor, observe cada amostra e ordene em grupos as amostras que você acha que tem a mesma cor. Cada grupo pode conter a quantidade de amostras que você determinar.

Grupo 1

Grupo 2

Grupo 3

Grupo 4

Grupo 5

Grupo 6

Grupo 7

Grupo 8

Grupo 9

Grupo 10

ANEXO B**FICHA PARA SELEÇÃO DOS PAINELISTAS**

Nome:..... Data:.....

1. Você sabe o que é análise sensorial?

Sim () Não ()

2. Você gostaria de ser um dos painelistas no processo de análise sensorial?

Sim () Não ()

3. Quais dias e horários será melhor para você participar das sessões de análise sensorial?

4. Cite aromas que você desgosta muito.

5. Você gosta de peixe?

Sim () Não ()

6. Você tem algum problema de saúde que contra-indique o contato ou ingestão de ômega?

Sim () Não ()

7. Você está ingerindo algum medicamento que possa influenciar sobre sua capacidade de identificar odores? Se sim, explique por favor:

8. Você possui alguma doença que prejudique sua acuidade ou capacidade em perceber odores?

Sim () Não ()

9. Marque se você possui:

Diabetes ()

Hipoglicemia ()

Hipertensão ()

Alergia a alimentos()

Resfriados freqüentes ()

Dentaduras/ aparelho()

10. Você é fumante?

Sim () Não ()

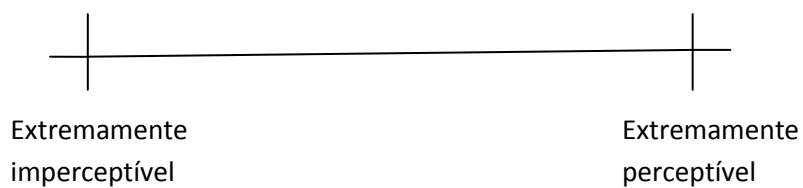
ANEXO C

FICHA DE RESPOSTAS

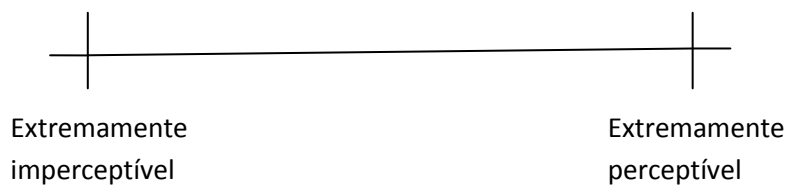
Nome:..... Data:.....

Você está recebendo três amostras codificadas de uma solução com óleo de peixe. Você deverá experimentar as amostras e marcar na escala se o sabor de peixe é extremamente imperceptível ou extremamente perceptível, e analisar quanto aos atributos aroma e sabor.

Aroma de peixe:



Sabor de peixe:



ANEXO D

Respostas dos provadores para a análise sensorial para suco de mangaba enriquecido com sulfato ferroso.

Codificação das amostras:

0mg= 738; 10 mg=526; 20mg= 600; 30mg= 123; 40mg= 926; 50mg= 908; 60mg= 237; 70mg= 498; 80mg= 274; 90mg= 111.

Id. provadores	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6
Provador 1	111/738/ 600	237/526/ 123	926/ 908/ 274			
Provador 2	111/498/ 274	738	600/123/ 908	237/926/ 526		
Provador 3	738/526	926/111	498/274	123/237	600/908	
Provador 4	274/111	908/498/ 926	123	526/600	738	237
Provador 5			908/274	498/111/ 738	237/926	123/526/ 600
Provador 6	111/274/ 498/738	237/123/ 526/600/ 916/908				
Provador 7	111/274/ 498	237/926	123	738	600	526
Provador 8	111/908/ 237	498/926	274	738/123	600/ 526	
Provador 9	908/498/ 274	237/111	526/600	926,237	738/123	
Provador 10	111/498/ 738			908/600/ 526	274	526/237
Provador 11	738	600/526	908/237	926/274	498	111
Provador 12*	Classificaram uma amostra por grupo					
Provador 13	111	926/498/ 908/274/ 237	738	526,123		
Provador 14	111	738/498	274/237	926/600	123/526/ 908	

Provador 15*	Classificaram uma amostra por grupo
Provador 16*	Classificaram uma amostra por grupo

ANEXO E

Respostas dos provadores para a análise sensorial para suco de mangaba enriquecido com fumarato ferroso.

Codificação das amostras:

0mg= 110; **10mg=** 500; **20mg=** 943; **30mg=**321; **40mg=** 141; **50mg=** 402; **60mg=** 769; **70mg=** 011; **80mg=** 837; **90mg=** 201.

Id. provadores	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6
Provador 1	011/110/ 943	201/141/ 764/402	500/837/ 321			
Provador 2	110/011	837/943	500	321/402	141/769/ 201	
Provador 3	500	769/201	837	110	402/011/ 943/321/ 141	
Provador 4	943/141/ 500	110/402/ 011/321	769/837/ 201			
Provador 5	110/402	201	500/141	943	769	011/8 37
Provador 6	769/011	141/321/ 500	943/837/ 201	011/402		
Provador 7	110	011/402/ 837/201/ 769/943	500/141/ 321			
Provador 8	110	402/837	011/201	500/943/ 769/141/ 321		
Provador 9	110	321/201/ 141	011/769/ 837/500/ 943/402			
Provador 10	110	321/837/ 141/201/ 769	500/011	402/943		
Provador 11	110	500	943/321/ 402	837/ 769	011/141/ 201	
Provador 12	110	201/141	837/ 769	500/993	402/321	011
Provador 13	110	201/011	321/141/ 500	769/837/ 943/402		
Provador 14	110	943/837	402/201	500/011	141/321	769

Provador 15	110	943/500/ 011/141	402/321/ 837/769/ 201
Provador 16	837/402/ 769	110	141/321/ 201/943/ 500/011

ANEXO F

Julgadores selecionados no teste sensorial do suco de graviola enriquecido com fumarato ferroso.

Codificação das amostras

0mg= 626; 10mg= 809; 20mg= 372; 30mg= 024; 40mg= 579; 50mg= 391; 60mg= 901; 70mg= 258; 80mg= 113; 90mg= 212

Id. Provadores	Grupo 1	Grupo 2	Grupo3	Erros na sequência
Provador 2	626	113/ 212		809/372/024/579/391/901/258
Provador 3	626/809/372*		024/579/391	258/212/901/113
Provador 4	626/809/372*	901/258/ 113/ 212	024/579/391	
Provador 5	626/809/372*		024/579391	901/113/258/212
Provador 6	626/ 809/ 372	901/258/ 213/ 212	024/ 579/ 391	
Provador 7	626/ 809/ 372	901/ 258/ 213/ 212	024/ 579/ 391	
Provador 8	626/ 809	901, 258, 213, 212	372/ 024/ 579/ 391	
Provador 9	626/ 809	901/258/ 213/ 212	372/ 024/ 579/ 391	
Provador 10	626/ 809	901/ 258/ 213/ 212	372/ 024/ 579/ 391	
Provador 11	626/ 809	901/ 258/113/ 212	024/ 579/ 391	372
Provador 12	626/ 809 372	258/ 113/ 212		024/ 391/579/901
Provador 13		113/ 212	579/391/901/ 258	626/809/372/024
Provador 14	626/809/372	258/113/212	579/ 901/391	024
Provador 15	626/ 809/ 372/ 024	391/ 901/ 258/ 113/ 212		

***Este provador identificou dois tipos de amostras para o mesmo grupo.**

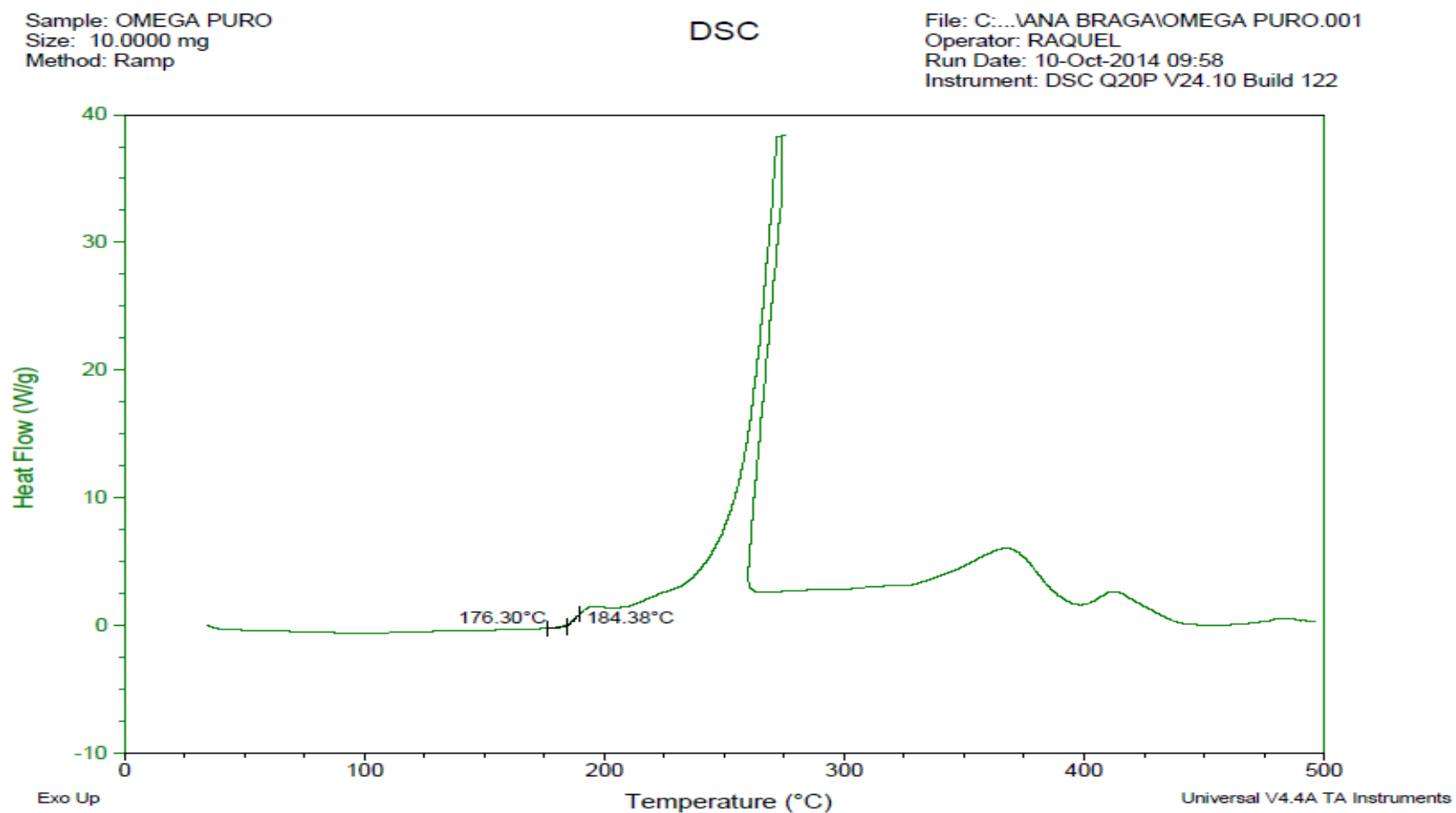
ANEXOG

Resultado dos julgadores selecionados no teste visual do suco de graviola enriquecido com sulfato ferroso.

Id. Provedores	Grupo 1	Grupo 2	Grupo3	Grupo 4	Erros na sequência
Provedor 2	345/020/121			098/ 932/ 777/ 808/ 201	456/ 564
Provedor 3	345/ 020	121/ 564/ 456		932/ 777/ 808	098/ 201
Provedor 4	345/121	020/564/ 456	098/ 932/ 777		201/ 808
Provedor 5	345/121	564/ 456	098/ 932	201/777/ 808*	020
Provedor 7	345	020/ 456	098/ 932	777/ 808/201*	564/121
Provedor 8	345/020/ 121*			808/201	098/ 456/ 932/ 777/ 564
Provedor 9	345/020/ 121*	564/ 456	098/ 777	808/ 201	932
Provedor 10	345		456/ 932/ 777	456/ 932/ 777/808/ 201*	020/ 098/ 564/ 121
Provedor 12	345/020/ 121*	564/ 456	098/ 932	777/ 808/ 201	

*Este provedor identificou dois tipos de amostras para um mesmo grupo.

ANEXO H
Curva PDSC ômega-3 microencapsulado



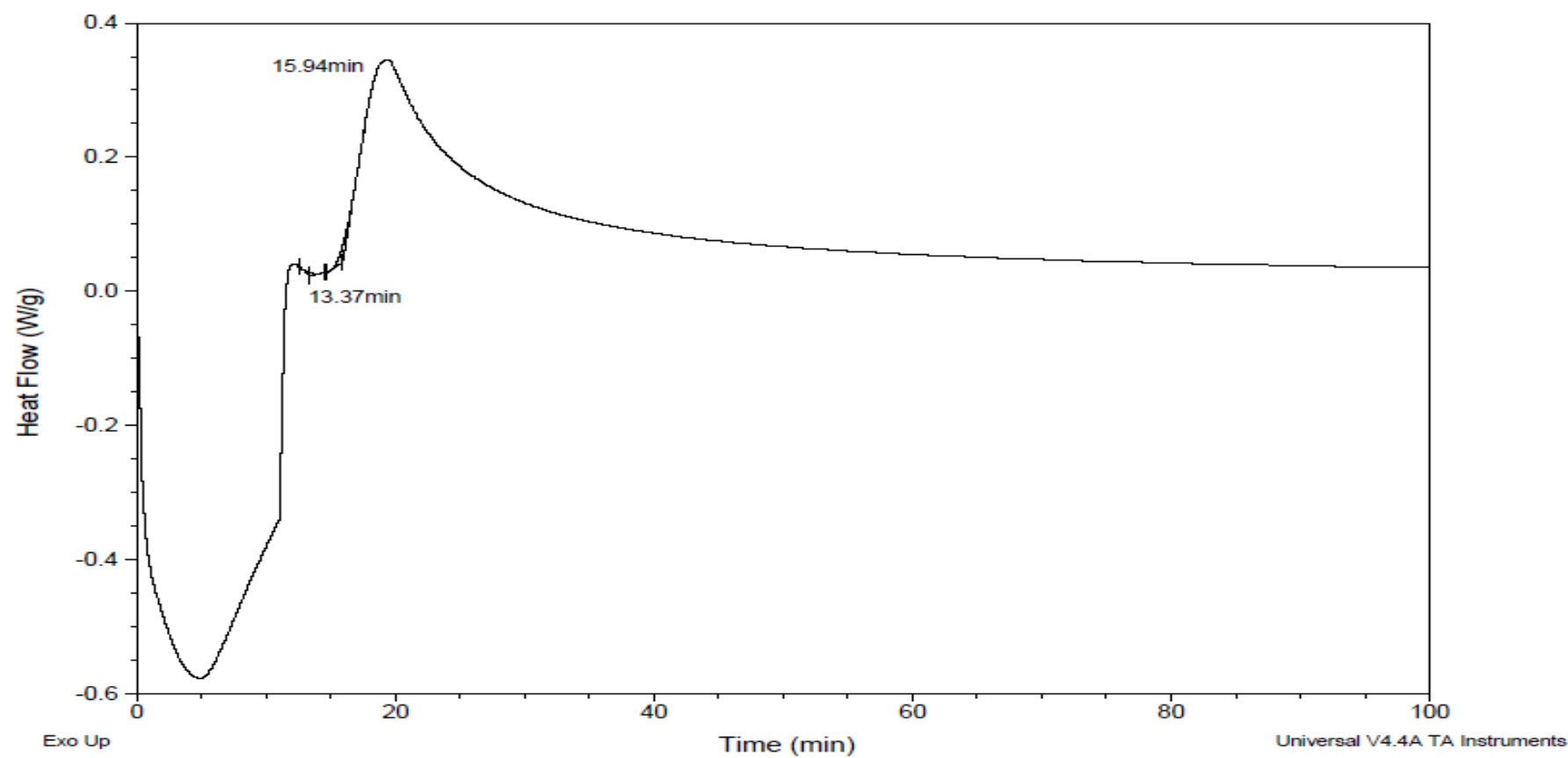
ANEXO I

Curva isoterma ômega-3 microencapsulado

Sample: OMEGA PURO iso160
Size: 10.0300 mg
Method: Oxygen induction time

DSC

File: C:\...ANA BRAGA\OMEGA PURO iso160.001
Operator: RAQUEL/Lucia
Run Date: 10-Oct-2014 15:12
Instrument: DSC Q20P V24.10 Build 122



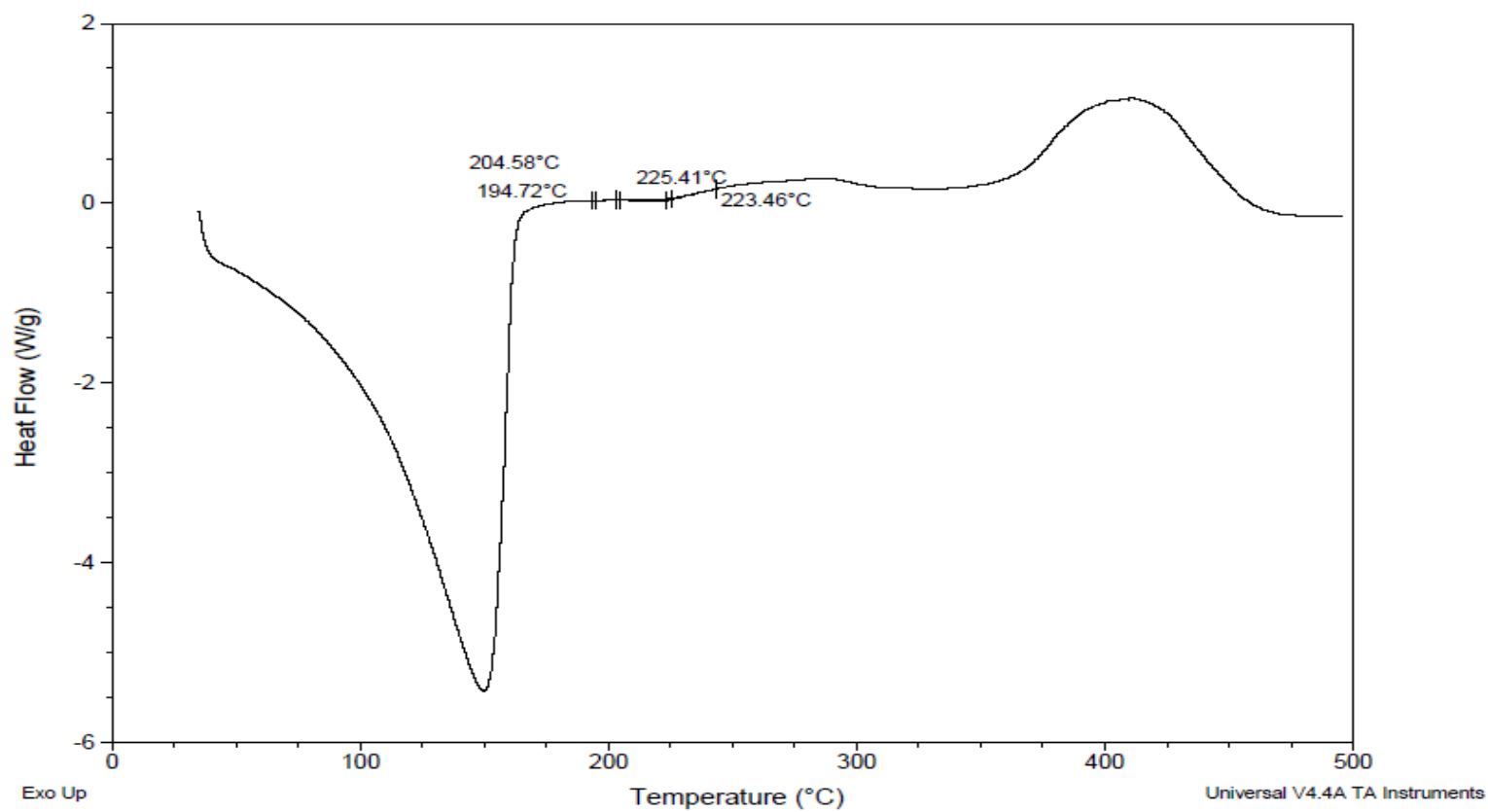
ANEXO J

Curva PDSC ômega-3 microencapsulado incorporado na polpa de acerola

Sample: POLPA ACO
Size: 9.9700 mg
Method: Ramp

DSC

File: C:\...\PROF MARTAVIANA BRAGA\POLPA ACO.I
Operator: RAQUEL/Lucia
Run Date: 11-Oct-2014 10:13
Instrument: DSC Q20P V24.10 Build 122



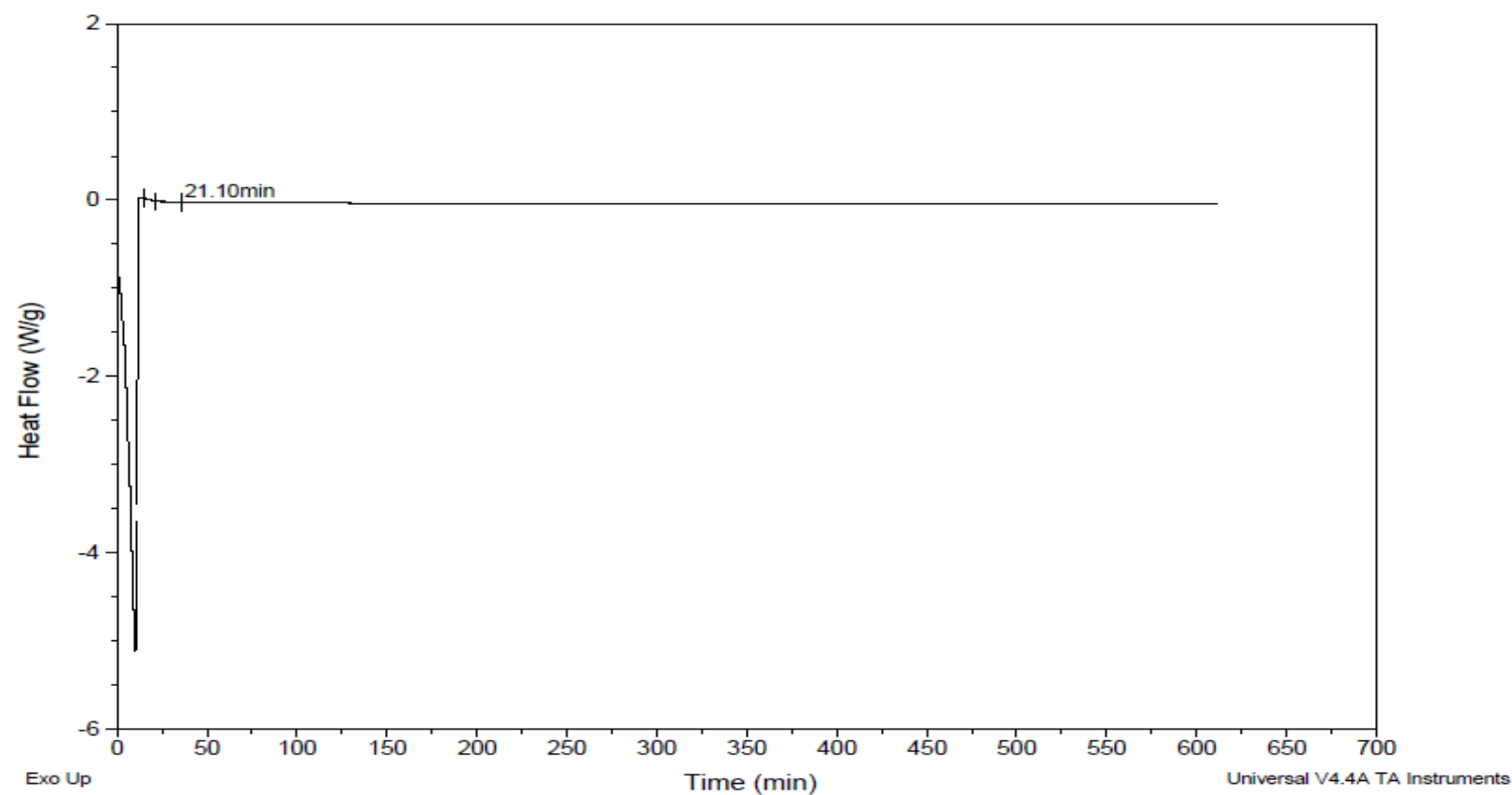
ANEXO K

Curva isoterma ômega-3 microencapsulado incorporado na polpa de acerola

Sample: POLPA ACO iso160
Size: 10.0500 mg
Method: Oxygen induction time

DSC

File: C:\...VANA BRAGA\POLPA ACO iso160.001
Operator: RAQUEL/Lucia
Run Date: 12-Oct-2014 15:42
Instrument: DSC Q20P V24.10 Build 122



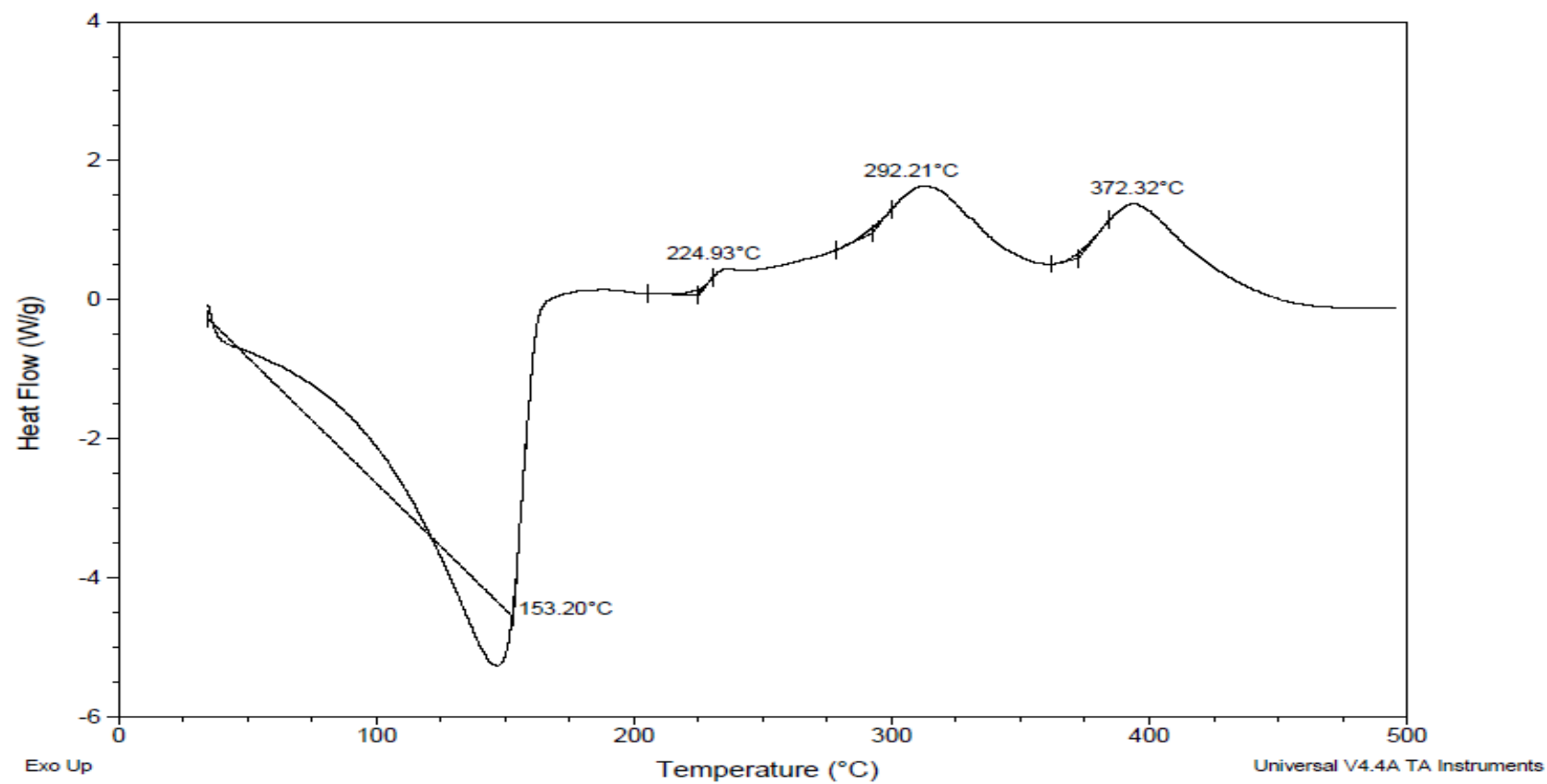
ANEXO L

Curva PDSC ômega-3 microencapsulado na polpa de mangaba

Sample: POLPA MANGABA OMEGA
Size: 10.0500 mg
Method: Ramp

DSC

File: C:\...VANA BRAGA\POLPA MANGABA OMEGA.
Operator: RAQUEL/Lucia
Run Date: 11-Oct-2014 17:50
Instrument: DSC Q20P V24.10 Build 122



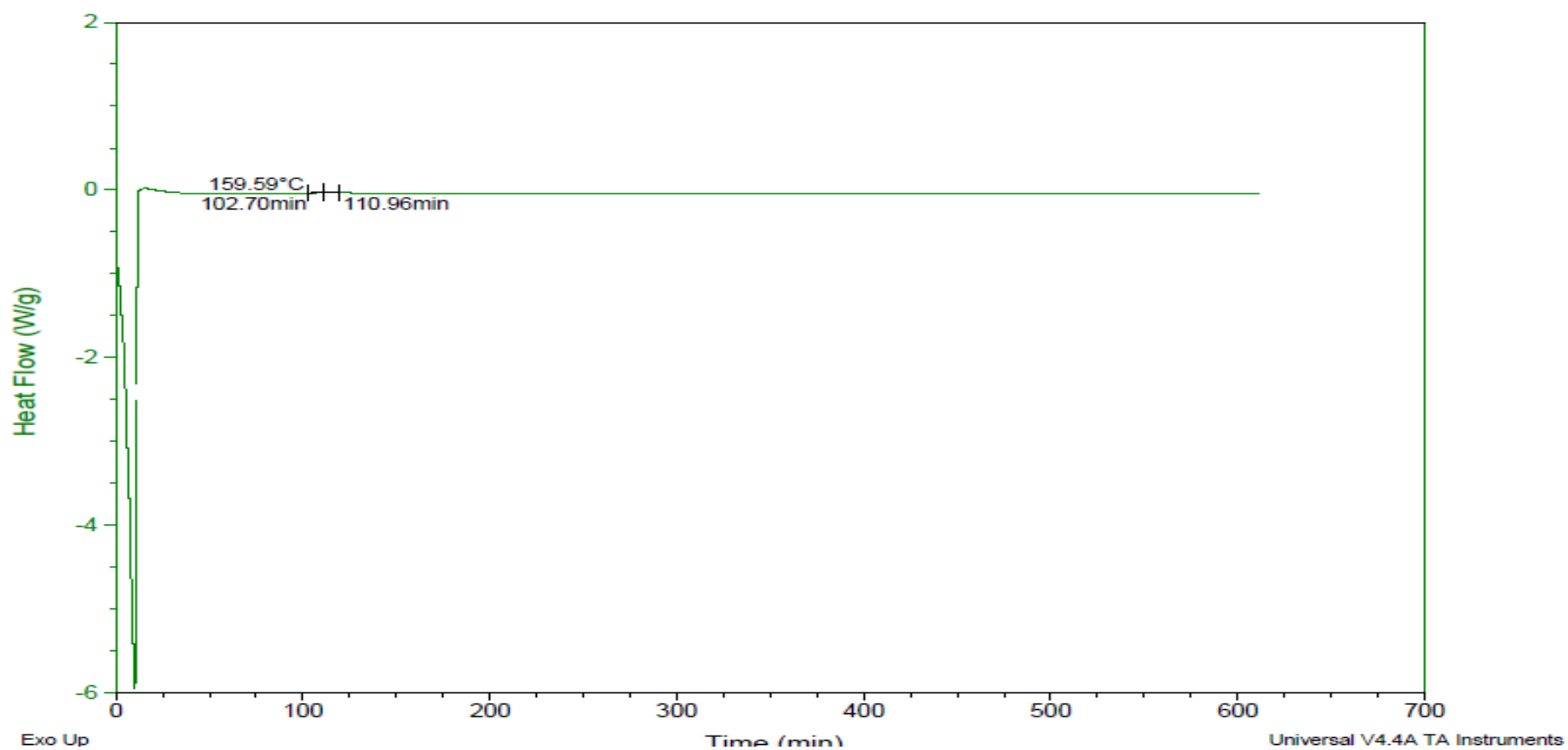
ANEXO M

Curva isoterma ômega-3 microencapsulado incorporado em polpa de mangaba

Sample: POLPA MGO_iso 160
Size: 10.0000 mg
Method: Oxygen induction time

DSC

File: C:\...VANA BRAGA\POLPA MGO_iso 160.001
Operator: RAQUEL/Lucia
Run Date: 16-Oct-2014 16:31
Instrument: DSC Q20P V24.10 Build 122



ANEXO N

Curva PDSC ômega-3 microencapsulado incorporado em polpa de umbu-cajá

Sample: POLPA UCO
Size: 10.0500 mg
Method: Ramp

DSC

File: C:\PROF MARTA\ANA BRAGA\POLPA UCO.I
Operator: RAQUEL/Lucia
Run Date: 12-Oct-2014 12:52
Instrument: DSC Q20P V24.10 Build 122

